

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR
2020/2021



TII

**A CAPACIDADE LINK 16 NOS SISTEMAS DE
ARMAS DA FORÇA AÉREA**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL
REPUBLICANA.**

António Pedro Boavida Sequeira Costa
CAP/TODCI



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

A CAPACIDADE LINK 16 NOS SISTEMAS DE ARMAS
DA FORÇA AÉREA

CAP/TODCI António Pedro Boavida Sequeira Costa

Trabalho de Investigação Individual do
CPOS-FA 2020/2021 1ª Edição

Pedrouços 2021



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**A CAPACIDADE LINK 16 NOS SISTEMAS DE ARMAS
DA FORÇA AÉREA**

CAP/TODCI António Pedro Boavida Sequeira Costa

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2020/2021 1ª Edição

1º Orientador: MAJ/TODCI Maria João Silva Inácio

2º Orientador: MAJ/ENGAED Luís Jesus Fernandes

Pedrouços 2021



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, António Pedro Boavida Sequeira Costa, declaro por minha honra que o documento intitulado **A CAPACIDADE LINK 16 NOS SISTEMAS DE ARMAS DA FORÇA AÉREA** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida, enquanto auditor do **CPOS-FA 2020/2021 1ª Edição** no Instituto Universitário Militar, e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, 01 de fevereiro de 2021

António Pedro Boavida Sequeira Costa
(Original assinado)



Agradecimentos

A investigação que seguidamente se apresenta é o resultado de um enamoramento generalizado com a exploração operacional dos *Tactical Data Links*, que tem vindo a acompanhar a minha carreira profissional ao longo de mais de uma década.

Assim, gostaria de começar por prestar um agradecimento e sentida homenagem à comunidade operacional dos *Tactical Data Links*, não apenas por me ter acolhido, mas por todo o conhecimento e camaradagem partilhados: Sem todos vocês, dos mais antigos aos mais novos, dos que estão perto àqueles que servem as cores nacionais além-fronteiras, nunca teria conseguido realizar este percurso.

No que toca ao tema deste trabalho, não posso deixar de reconhecer o papel do TCOR Paulo Martins, ao qual estou grato pelo desafio proposto em desenvolver a temática dos *Tactical Data Links* numa perspetiva de variação, explorando-a ao nível da plataforma aérea, e alargando o horizonte da minha busca pelo conhecimento.

Devo reconhecer em igual medida ao TCOR Miguel Figueiredo e ao TCOR Américo Chaves o seu papel no guiamento e tutoria inicial desta investigação, sem a qual dificilmente teria sido possível chegar a bom porto.

Agradeço na mesma medida a todos os restantes entrevistados pelo seu prestimoso contributo, que em muito valeram na sustentação do trabalho produzido nesta investigação, e por possibilitarem uma compreensão mais alargada sobre o seu objeto de estudo.

Agradeço particularmente ao Rui, por todo o apoio e camaradagem demonstrada ao longo das nossas travessias do deserto.

Tenho ainda de prestar um agradecimento muito especial à MAJ Maria João Inácio, não apenas pelo seu esforço inigualável na orientação desta orientação, mas sobretudo pela amizade e carinho com que me tem vindo a apoiar não só nesta fase, mas sobretudo ao longo de toda a minha carreira: A tua camaradagem é uma honra e privilégio!

Finalmente, reservo a minha profunda gratidão à minha família; à minha mãe, pelo apoio sempre presente; à Isabel, a minha companheira de sempre desta aventura que é a vida, e mãe das nossas duas “selvagens” Madalena e Sofia: A vossa alegria contagiante é o tónico que me permite ultrapassar todos os obstáculos e dias difíceis.

A Todos o meu sincero Obrigado!



Índice

1. Introdução	13
2. Enquadramento teórico e concetual	17
2.1 Revisão da literatura	17
2.1.1 O Processo de Desenho de Sistemas	17
2.1.1.1 Tipologia de Requisitos.....	19
2.1.1.2 O Processo de Transformação de Necessidades em Requisitos.....	21
2.1.2 Processos e Normativos de Qualidade	22
2.1.2.1 A Avaliação de Segurança num Sistema	24
2.1.3 Requisitos NATO	25
2.2 Modelo de Análise	28
3. Metodologia e Método	29
3.1 Metodologia	29
3.2 Método	29
3.2.1 Participantes e Procedimento	29
3.2.2 Técnicas e instrumentos de recolha de dados.....	31
3.2.3 Técnica de tratamento de dados	32
4. Apresentação dos Dados e Discussão dos Resultados.....	33
4.1 Edificação da capacidade Link 16 no HMI do SA KC390.....	33
4.1.1 Requisitos a implementar	33
4.1.2 Funcionalidades a implementar no HMI do SA KC390	37
4.1.3 Proposta de matriz de conversão de requisitos em funcionalidades	40
4.2 Processos e Normativos de Qualidade.....	43
4.2.1 O processo de qualidade no CLAFA/DEP	43
4.2.2 O processo de qualidade no desenvolvimento do SA KC390.....	44
4.2.3 Modelos e processos de qualidade na implementação do HMI	45
4.3 Síntese Conclusiva.....	46
5. Conclusões	48
Referências bibliográficas	54



Índice de Apêndices

Apêndice A —	Corpo de Conceitos	Apd A - 1
Apêndice B —	Requisitos	Apd B - 1
Apêndice C —	Guiões e Transcrição das Entrevistas Semiestruturadas	Apd C - 1
Apêndice D —	Modelo de Análise	Apd D - 1

Índice de Figuras

Figura 1 – Metodologia de Desenho de Sistemas.....	18
Figura 2 – Processo de Definição das Expectativas dos Stakeholders.....	18
Figura 3 – Questões Fundamentais a responder com a identificação de Requisitos Operacionais	19
Figura 4 – Fluxo do Processo De Identificação De Requisitos	20
Figura 5 – Ciclo Iterativo de Processos no Desenvolvimento do Sistema HMI	21
Figura 6 – Hierarquia Relacional entre Requisitos de Implementação	27
Figura 7 – Requisitos L16 de uma Plataforma: Relação entre a Documentação de Referência	27
Figura 8 – Processo de Conversão de Requisitos em Funcionalidades para o HMI	40
Figura 9 – Características Fundamentais de um Requisito	Apd A - 1
Figura 10 – Tipologia de Requisitos.....	Apd B - 2
Figura 11 – Tipologia de Documentação de Definição de Requisitos	Apd B - 3

Índice de Quadros

Quadro 1 – Objeto de Estudo da Investigação	14
Quadro 2 – Requisitos Mínimos de Implementação Funcional numa Plataforma Genérica (C2 e NC2).....	26
Quadro 3 – Identificação dos entrevistados.....	30
Quadro 4 – Requisitos L16 no CAQ	34
Quadro 5 – Requisitos L16 identificados na Investigação	36
Quadro 6 – Funcionalidades L16 e Tipologia de Processamento de Informação associada.....	38
Quadro 7 – Funcionalidades e Processamento de Informação do HMI por SA.....	38
Quadro 8 – Funcionalidades e Processamento de Informação do HMI do SA KC390.....	40
Quadro 9 – Matriz de Conversão de Requisitos em Funcionalidades	41
Quadro 10 – Matriz de Conversão de Funcionalidades no HMI.....	42



Quadro 11 – Vetores para a Identificação de um Modelo de Qualidade.....	46
-------------------------------------------------------------------------	----



Resumo

A aquisição do Sistema de Armas (SA) KC390 pelo Estado Português, com a contratação pela primeira vez da implementação da capacidade *Link 16* numa plataforma de transporte a ser operada pela Força Aérea Portuguesa, acarreta desafios de garantia de interoperabilidade e compatibilidade quanto à sua operação em missões de âmbito nacional e NATO.

Face à constatação da ausência de doutrina nacional sobre a temática, esta investigação analisou o processo de definição dos requisitos e funcionalidades a explorar no processo de implementação desta capacidade, designadamente no que toca à sua conversão face às capacidades operacionais a serem exploradas através do seu *Human-Machine Interface* (HMI), com ênfase particular nos processos de qualidade operacionalizados.

A investigação seguiu um raciocínio indutivo, assente numa estratégia de investigação qualitativa, com base num estudo de caso, sustentada na revisão tradicional a documentação nacional, NATO e da União Europeia, e na realização de entrevistas semiestruturadas a especialistas, com vista a colmatar falhas da bibliografia e a aceder a informação de fontes primárias.

Os resultados obtidos permitiram disponibilizar uma proposta de matriz de conversão de requisitos em funcionalidade a implementar no HMI do SA KC390, assim como um normativo de qualidade a operacionalizar neste processo.

Palavras-chave: HMI, Interoperabilidade, Link 16, Requisitos, Qualidade.



Abstract

The acquisition of the Weapons System (SA) KC390 by Portugal, whilst included the first time contracting of Link 16 implementation on a Transport Aircraft to be operated by Portuguese Air Force, creates interoperability and compatibility challenges regarding its employment in both national and NATO driven operations.

In view of the absence of specific national doctrine, this investigation analyzed the requirement and functionality definition process to be explored while implementing Link 16, namely with regards to its conversion towards the operational functionalities to be exploited through the platform's Human-Machine Interface (HMI), with particular emphasis on the associated operationalized quality processes.

The research followed an inductive methodology approach, based on a comparative research strategy of a case study, supported upon a traditional review of the national, NATO and European Union documentation, and on the conduct of semi-structured interviews with specialists, in order to fill in the bibliography gaps and to access information from primary sources.

The obtained results made possible to provide a matrix proposal, which allows the conversion of requirements into functionalities to be implemented in the SA KC390 HMI, as well as provided the quality standards to be implemented in this process.

Keywords: *HMI, Interoperability, Link 16, Requisites, Quality.*



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

AAR	<i>Air-to-Air Refuelling/</i> Reabastecimento Aéreo
ACO	<i>Allied Command Operations</i>
AIWG	<i>Air Command and Control System (ACCS) Interface Working Group</i>
AMDC2	<i>Air and Missile Defence Command and Control</i>
APIS	<i>Actual Platform Implementation Specification</i>
ATDLP	<i>Allied Tactical Data Link Publication</i>
C2	Comando e Controlo
CA	Comando Aéreo
CAQ	Contrato de Aquisição
CDR	<i>Critical Design Review</i>
CEDN	Conceito de Estratégia da Defesa Nacional
CEMFA	Chefe do Estado-Maior da Força Aérea
CLAFA	Comando da Logística da Força Aérea
COA	Centro de Operações Aéreas
COMAO	<i>Composite Air Operations</i>
CONEMP	Conceito de Emprego/ <i>Concept of Employment</i>
CONOPS	Conceito de Operações/ <i>Concept of Operations</i>
CSI	<i>Control & Reporting Center Systems Interface</i>
DA	Defesa Aérea
DEP	Direção de Engenharia e Programas
DGRDN	Direção-Geral de Recursos da Defesa Nacional
DIVOPS	Divisão de Operações do EMFA
DLMC	<i>Data Link Manangement Cell</i>
DMSA	Direção de Manutenção de Sistemas de Armas
DoD	<i>Department of Defense</i>
DOTMLPII	Doutrina, Organização, Treino, Material, Liderança, Pessoal, Infraestruturas e Interoperabilidade
DQAA	Departamento de Qualidade, Aeronavegabilidade e Ambiente
EE	Entrevista Exploratória
EDSTAR	<i>European Defence Standards Reference System</i>
EMFA	Estado Maior da Força Aérea



EPR	Entidade Primariamente Responsáveis
ES	Evacuação Sanitária
EU	<i>European Union</i>
EW	<i>Electronic Warfare/Guerra Eletrónica</i>
FA	Força Aérea Portuguesa
FF	<i>Fire Fighting/ Combate a Incêndios</i>
FFAA	Forças Armadas
FTM	<i>Free Text Message</i>
GQAA	Gabinete de Qualidade, Aeronavegabilidade e Ambiente
GO	Grupo Operacional
GT	Grupo de Trabalho
HMI	<i>Human-Machine Interface</i>
HW	<i>Hardware</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IFF	<i>Identification Friend or Foe</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IUM	Instituto Universitário Militar
JTIC	<i>Joint Interoperability Test Command</i>
JTRS	<i>Joint Tactical Radio System Terminals</i>
L1	Requisitos de Alto Nível
L2	Requisitos de Baixo Nível
L16	<i>Link 16</i>
LOA	<i>Letter of Agreement</i>
MAF	Missão de Fiscalização e Acompanhamento
MDN	Ministério da Defesa Nacional
MFA	Manual da FA
MIDS	<i>Multifunctional Information Distribution System</i>
MIP	<i>Message Implementation Plan</i>
MILSTD	<i>Military Standard</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NATO	<i>North Atlantic Treaty Organization</i>
NC2	Não C2/ Non C2



NCIA	<i>NATO Communication and Information Agency</i>
NDD	<i>National Difference Document</i>
NRS	<i>National Requirements Specification</i>
NSO	<i>NATO Standardization Office</i>
NTDLIP	<i>NATO Tactical Data Link Implementation Plan</i>
OA	Operações Aerotransportadas
OE	Objetivo Específico
OES	Operações Especiais
OG	Objetivo Geral
OI	<i>Operational Input</i>
PCA	<i>Project Controls Analyst</i>
PD	Pergunta Derivada
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PDR	<i>Preliminary Design Review</i>
PIDD	<i>Platform Implementation Difference Document</i>
PMAR	<i>Portuguese Military Airworthiness Requirements</i>
PP	Pergunta de Partida
PPLI	<i>Precise Participant Location & Identification</i>
PRDD	<i>Platform Requirements Difference Document</i>
PRS	<i>Platform Requirements Specification</i>
TDL	<i>Tactical Data Link</i>
TII	Trabalho de Investigação Individual
RD	Recolha de Dados
REPC2DA	Repartição de Comando e Controlo e Defesa Aérea
RFA	Regulamento da FA
SA	Sistemas de Armas
SDA	Sistema de Defesa Aérea
SDD	<i>System Design Document</i>
SDFA	Serviço de Documentação da FA
SITA	<i>Situational Awareness</i>
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SGQA	Sistema de Gestão da Qualidade e Aeronavegabilidade
SIL	Níveis de Integridade de Segurança/ <i>Safety Integrity Levels</i>



SM	Sistema de Missão
SRS	<i>Service Requirements Specification</i>
SSEA	<i>Software Safety Engineering Activity</i>
SSHAR	<i>System Safety Hazard Analysis Report</i>
STANAG	<i>Standard Agreement</i>
SW	<i>Software</i>
TAG	Transporte Aéreo Geral
UE	União Europeia
V	Vector



1. Introdução

Analisando as prioridades elencadas no Conceito de Estratégia da Defesa Nacional (CEDN), onde se atribui “[...] o maior grau de prioridade: [...] à mobilidade estratégica e tática e à proteção de forças; à efetiva capacidade nas áreas de comando, controlo, comunicações e informações; [...] aos multiplicadores de forças que ampliem a capacidade operacional [...]” (Governo, 2020, p. 38).

Considerando o desiderato do Chefe do Estado-Maior da Força Aérea (CEMFA) em “[...] dotar a FA com meios tendencialmente de última geração capazes de cumprir a missão com resiliência, prontidão e garantia de sucesso nas situações que o estado português definir.” (CEMFA, 2019).

Observando a participação da FA na operacionalização do Acordo sobre Cooperação no Domínio da Defesa (Resolução da Assembleia da República n.º 68/2009, de 5 de agosto), consubstanciada pelo Programa de Desenvolvimento e Produção das Aeronaves KC-390 (Resolução do Conselho de Ministros n.º 78/2010, de 12 de outubro).

A Força Aérea (FA) contempla a implementação da capacidade Link 16 (L16) em todos os seus Sistemas de Armas (SA), no horizonte 2020-2030 (Serviço de Documentação da Força Aérea (SDFA), 2020), tendo sido incluída em sede de Programa KC390 a “[...] aquisição e instalação nestas aeronaves da capacidade L16” (Ministério da Defesa Nacional (MDN), Despacho n.º 956, 2020).

Logo, importa investigar como proceder à implementação desta capacidade, a fim de permitir contribuir para o cumprimento das missões consignadas a este SA, assim como garantir a sua interoperabilidade.

Adicionalmente, considerando que, a aplicação de normativos de qualidade ao nível das aquisições da Defesa Nacional é ainda muito residual (Figueiredo, 2020), importa investigar sobre o normativo a adotar neste processo.

Assim, esta investigação permitirá aprofundar o estudo da implementação da capacidade em duas modalidades:

- As características e requisitos mínimos para a implementação do L16 nos SA da FA, sendo delimitada no desenvolvimento do SW do seu *Human-Machine Interface* (HMI).
- Um modelo de qualidade inerente ao seu desenvolvimento.

Face à abrangência do tema, resultando da participação de Portugal no Programa KC390, este será delimitado no seu objeto de estudo na implementação do L16 no SA KC390.



À luz do preconizado por Santos & Lima (2019, p. 152), a presente investigação tem o objeto de estudo delimitado pelos seguintes domínios:

- Temporal, atualidade desde a negociação do contrato para a aquisição do SA e calendário previsto para a entrega da primeira aeronave. A investigação terá especial incidência no período de desenvolvimento e implementação dos sistemas associados à capacidade L16, considerando um calendário de entrega da primeira aeronave em 2023 (MDN, 2019).

- Espacial, no espaço de influência da Missão de Fiscalização e Acompanhamento (MAF) do Programa KC390. O estudo pretende apoiar a MAF no processo de implementação da capacidade, pela definição de uma matriz de conversão de requisitos em funcionalidades a implementar no HMI do SA identificando o normativo a seguir.

- De conteúdo, em termos de objeto de estudo, considerando que o HMI é constituído por componentes de *Hardware* (HW) e *Software* (SW), a investigação centrar-se-á apenas nas funcionalidades operacionais ao nível do SW.

Este objeto de estudo, inserido no contexto de investigação em Ciências Militares, designadamente na área das Operações Militares e das Técnicas e Tecnologias Militares (Decreto-Lei n.º 249/2015, de 28 de outubro), pode ser resumido no Quadro 1.

Quadro 1 – Objeto de Estudo da Investigação

Quem?	MAF KC390
O que?	O HMI da capacidade Link 16
Onde?	No SA KC390
Quando?	Horizonte 2019-2023

Fonte: Autor (2020) (baseado em MDN, 2019).

Seguidamente apresentam-se o objetivo geral (OG) e objetivos específicos (OE) deste Trabalho de Investigação Individual (TII).

Considerando o estudo e análise das funcionalidades mínimas a implementar no HMI¹ do SA KC390, o OG é caracterizar o processo de implementação da capacidade a fim de alcançar dois propósitos:

- A Definição da matriz para a conversão dos requisitos da capacidade L16 do SA KC390 em funcionalidades a implementar no seu HMI;

¹ O HMI da capacidade L16 será designado por HMI ao longo da investigação.



- A Identificação da norma a seguir neste processo.

Para atingir o objetivo geral concorrem os seguintes OE:

OE1: determinar as funcionalidades mínimas de L16 a implementar para o SA KC390 a fim de garantir a sua interoperabilidade no cumprimento das suas missões operacionais;

OE2: identificar qual a tipologia de processamento da informação de modo a definir os requisitos a implementar no HMI;

OE3: identificar o modelo de qualidade que permita assegurar que os requisitos são acomodados no âmbito da implementação do HMI.

A investigação surge decorrente do envolvimento de Portugal no programa de desenvolvimento e produção do SA KC390 (MDN, 2019), englobando a aquisição e instalação da capacidade L16 nesta plataforma (MDN, 2020).

A implementação desta capacidade deverá satisfazer não apenas a operacionalização das funcionalidades genéricas de uma plataforma multiusos, mas igualmente garantir a compatibilidade e interoperabilidade entre sistemas e equipamentos, quer nacionalmente quer na *North Atlantic Treaty Organization* (NATO).

Face ao enquadramento anterior é definida a seguinte pergunta de partida (PP): de que modo é possível assegurar a conversão dos requisitos em funcionalidades de L16 para o HMI do SA KC390, de acordo com um normativo?

PD1: quais as funcionalidades de L16 a implementar no SA KC390?

PD2: qual a tipologia de processamento de informação a implementar no HMI do SA KC390?

PD3: qual o modelo de qualidade a seguir na implementação das funcionalidades no HMI do SA KC390?

Este documento encontra-se estruturado e dividido em cinco capítulos, incluindo a presente introdução. O segundo, apresenta o enquadramento teórico e o mapa conceptual. O terceiro, descreve a metodologia e o método.

No quarto capítulo, analisa-se a identificação dos requisitos operacionais e das funcionalidades a implementar no HMI do SA KC390, apresentando-se uma proposta de matriz de conversão de requisitos em funcionalidades; ainda, abordam-se os processos de qualidade na Direção de Engenharia e Programas (DEP) assim como no Programa KC390.

Finaliza-se o trabalho com a apresentação das principais conclusões relativas ao tema proposto, procurando dar resposta às PD e, consequentemente, à PP identificada,



apresentando contributos para o conhecimento, algumas limitações à investigação, propostas de investigação futura e recomendações práticas.



2. Enquadramento teórico e concetual

Apresentam-se aqui o estado da arte à luz dos conceitos estruturantes e o modelo de análise.

2.1 Revisão da literatura

Para melhor compreensão do objeto de estudo efetuou-se uma revisão da literatura quanto ao processo de implementação de uma capacidade, em como se processa a conversão de requisitos em funcionalidades, acomodando-se igualmente os processos e normativos de qualidade associados.

Considerando a necessidade de garantia de interoperabilidade neste processo, esta revisão permite igualmente identificar quais as capacidades e funcionalidades L16 a implementar, de acordo com standards NATO.

2.1.1 O Processo de Desenho de Sistemas

Um projeto de desenho de um sistema é um processo altamente iterativo e recursivo, que resulta da identificação e validação de um conjunto alargado de requisitos, originando uma solução de design validada, de modo a satisfazer um conjunto de expectativas do cliente (*Stakeholders*) (*National Aeronautics and Space Administration* (NASA), 2021).

Considerando a inexistência de doutrina ao nível do MDN (Figueiredo, 2020), tal como referido no capítulo 1, nesta seção será abordada a forma como a *International Organization for Standardization* (ISO) preconiza quer a metodologia e as tarefas a executar com vista ao desenho de um sistema, quer o processo de definição das expectativas dos *Stakeholders*, quanto às capacidade e funcionalidades do sistema final, detalhados respetivamente nas Figura 1 e Figura 2.

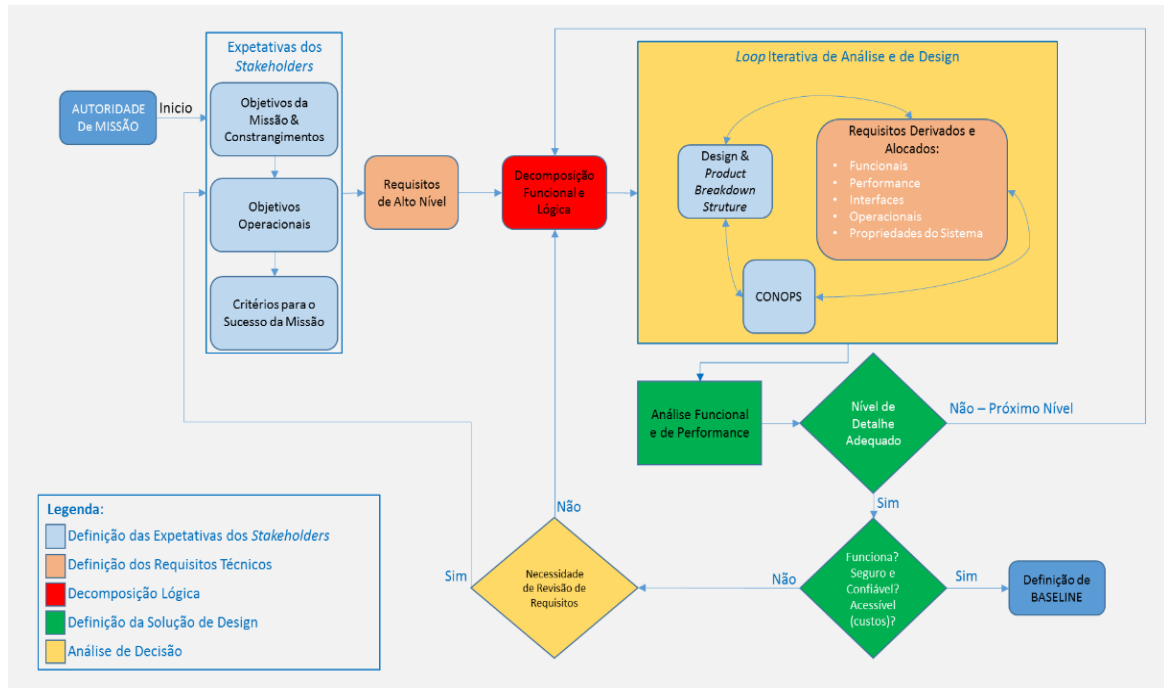


Figura 1 – Metodologia de Desenho de Sistemas

Fonte: Autor (2020) (baseado ISO 29148, 2011; INCOSE, 2015 e em NASA, 2021).

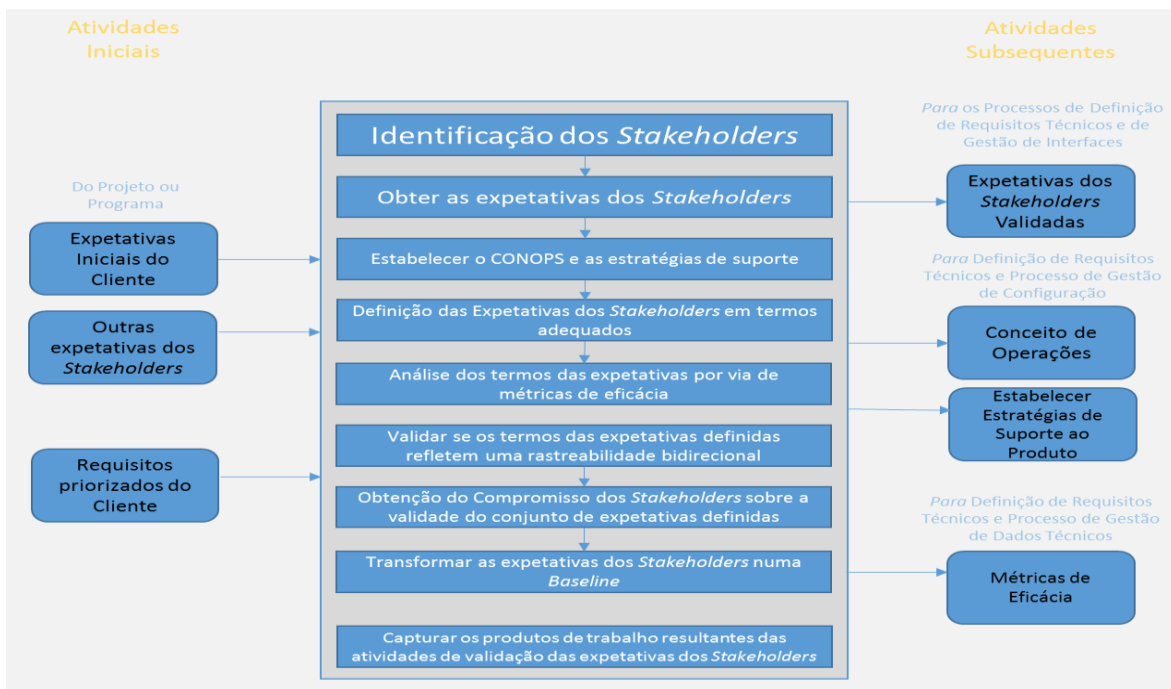


Figura 2 – Processo de Definição das Expetativas dos Stakeholders

Fonte: Autor (2021) (baseado em NASA, 2021).

Os processos elencados na Figuras 1 e Figura 2 demonstram a relação entre as diversas fases que, no seu cobro vão dar origem a uma solução que permitirá o desenvolvimento de um sistema.

2.1.1.1 Tipologia de Requisitos

Considerando que a norma ISO 9000 vem estabelecer os fundamentos (conceitos e princípios) assim como o vocabulário essencial para o desenvolvimento e aplicabilidade de sistemas de gestão da qualidade (SGQ), constituindo-se também como uma base de suporte para outras normas de SGQ (ISO, 2015).

A ISO define assim requisito como “necessidade ou expectativa expressa, geralmente implícita ou obrigatória” (ISO, 2015, p. 24).

Segundo Figueiredo (2020), “Requisitos bem escritos capturam as expectativas dos *Stakeholders*, fornecem uma base de entendimento comum dos produtos requeridos e das características de qualidade que estes devem cumprir, aumentando também a probabilidade de sucesso do projeto”.

As características fundamentais para a formulação adequada de um requisito encontram-se vertidas no Apêndice B, assim como, a sua categorização tal como comumente referenciada na literatura.

Uma vez que o objeto de estudo desta investigação incide no processo de implementação de uma capacidade operacional, i.e., a capacidade L16, importa também definir o que são requisitos operacionais.

Deste modo, os requisitos operacionais devem ser considerados a base para os requisitos de um sistema (MITRE, 2014).

Segundo Kossiakoff e Sweet (2003), os requisitos operacionais permitem identificar as capacidades essenciais, os requisitos associados, as medidas de desempenho e o(s) processo(s) a serem executados de modo a se colmatarem deficiências encontradas na área de missão, a ultrapassar ameaças e a se acomodarem tecnologias emergentes.

A figura 3 especifica quais as questões fundamentais que os Requisitos Operacionais devem responder num Programa ou Projeto de desenvolvimento de um Sistema.

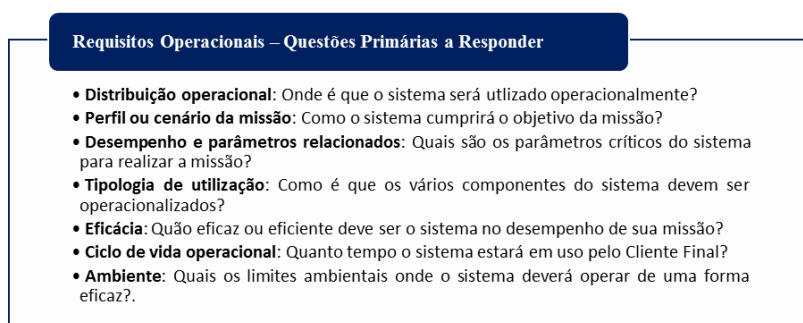


Figura 3 – Questões Fundamentais a responder com a identificação de Requisitos Operacionais

Fonte: Autor (2020) (baseado em MITRE, 2004 e Figueiredo, 2020).

Denota-se que o fluxo do processo de identificação de requisitos contempla duas grandes fases, com entidades primariamente responsáveis (EPR) diferentes (NASA, 2021).

Numa primeira fase, que nesta investigação circunscreve o âmbito do OE1, a EPR centra-se no Cliente. Quando o processo inicia a identificação dos Requisitos Funcionais a implementar com o (futuro) sistema, a EPR altera-se para a organização que irá executar essa mesma implementação (*Department of Defense (DoD)*, 2015).

Numa segunda fase decorrerá a identificação dos Requisitos Funcionais de um Subsistema (HMI), base para a concretização do OE2. No caso do SA KC390, a implementação dos requisitos funcionais estará a cargo da *Collins Aerospace* (EMBRAER, 2018B).

A Figura 4 ilustra a forma como um fluxo de identificação de requisitos deve ocorrer.

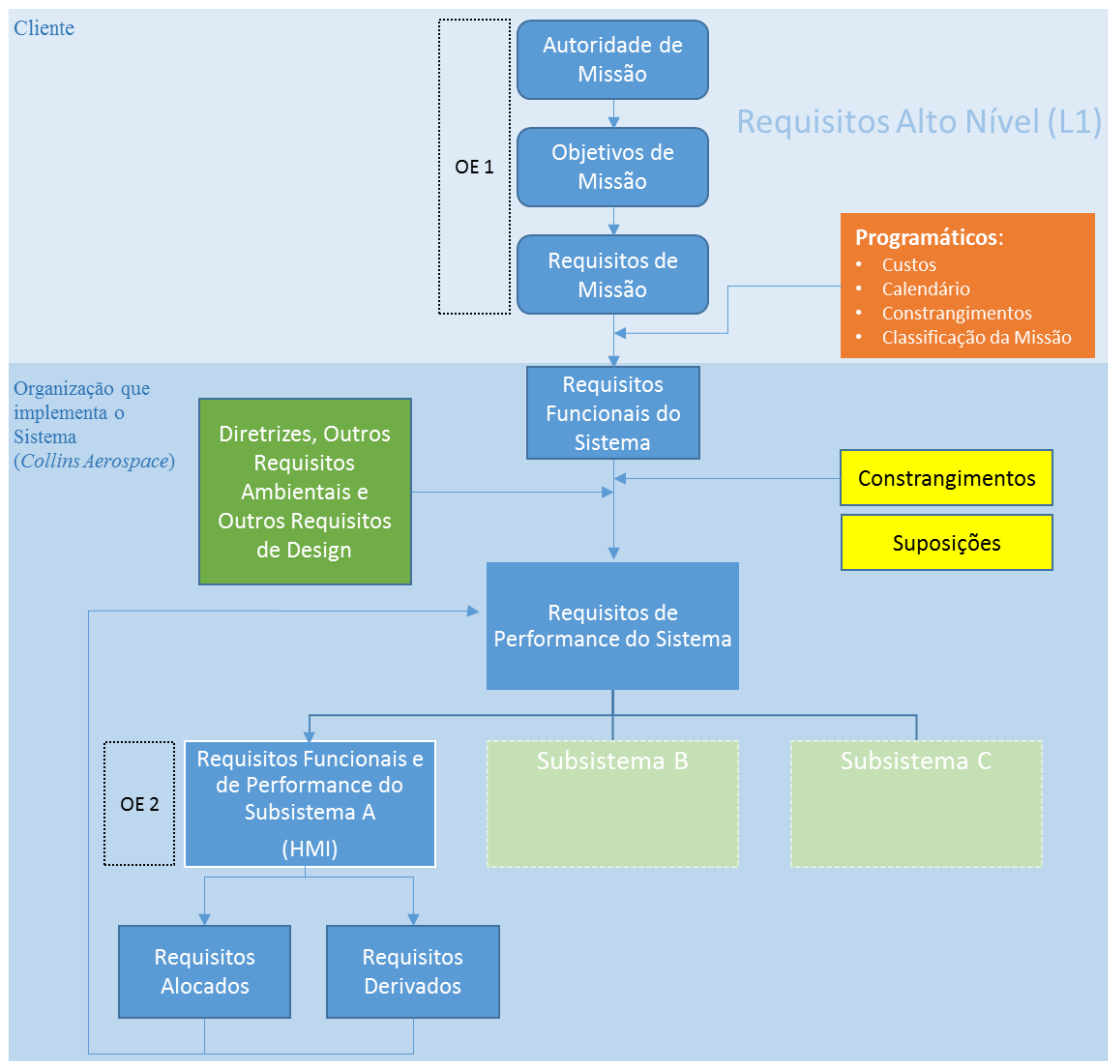


Figura 4 – Fluxo do Processo De Identificação De Requisitos

Fonte: Autor (2021) (baseado em CJCS, 2015; NASA, 2021; Chaves, 2020 e Figueiredo, 2020).

Os produtos resultantes desta investigação, *i.e.*, a proposta de matriz de conversão elencada na seção 4.1.3, constituem uma parte do fluxo do processo de identificação de requisitos, uma vez mais tal como ilustrado na Figura 4.

Ainda quanto ao processo de recolha e atualização de requisitos, deve-se apontar que os requisitos operacionais são divisíveis em duas categorias (MITRE, 2014):

- Requisitos de Alto Nível (L1), *i.e.*, as necessidades e expetativas dos *Stakeholders* e os objetivos de missão/Conceito de Operações (CONOPS);
- Requisitos de Baixo Nível (L2). Estes são uma decomposição dos requisitos L1, denominando-se por requisitos funcionais ou requisitos de performance.

Conforme ilustrado na Figura 5, denota-se que o âmbito do trabalho é delimitado na conversão das expetativas dos *Stakeholders* num conjunto de requisitos funcionais para a implementação da capacidade L16, designadamente quanto ao desenvolvimento do HMI para o SA KC390.

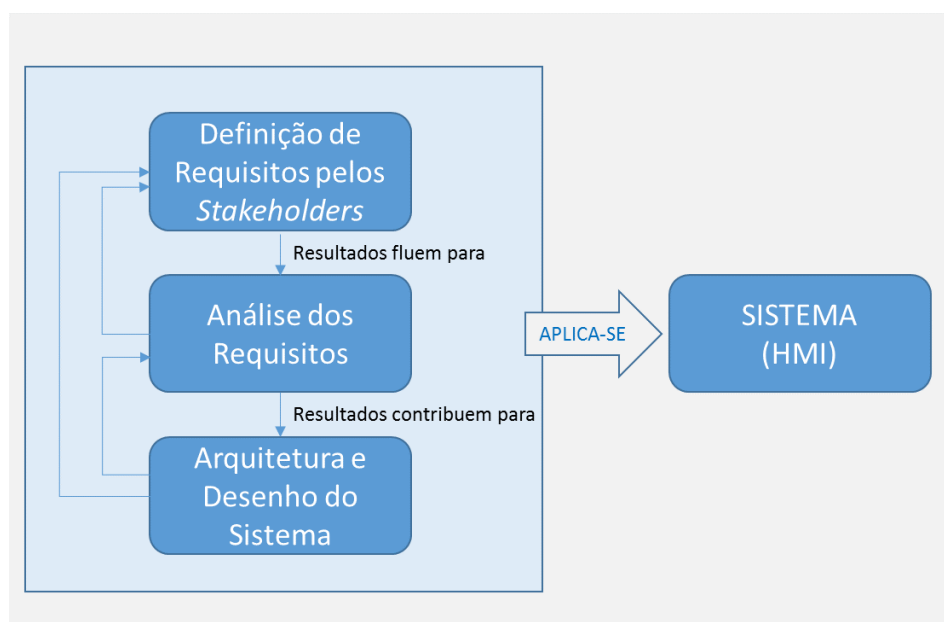


Figura 5 – Ciclo Iterativo de Processos no Desenvolvimento do Sistema HMI

Fonte: Autor (2021) (baseado em ISO 29148, 2011).

2.1.1.2 O Processo de Transformação de Necessidades em Requisitos

O processo de transformação das necessidades dos Clientes em Requisitos (funcionais, de performance, ou outros) é fundamental para que o produto a ser entregue ao Cliente Final



possa não apenas cumprir com as suas expectativas, mas, sobretudo, com o propósito enunciado quando da comissão da sua produção (MITRE, 2014)

De acordo com a norma ISO/*International Electrotechnical Commission* (IEC)/*Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) 29148 (ISO, 2018), e conforme ilustrado na Figura 2, o processo de definição de requisitos inicia-se com a identificação das intenções dos *Stakeholders* (*i.e.*, muitas vezes referidas como necessidades ou objetivos), que vão evoluindo de uma afirmação formal inicial para um requisito validado.

Estas afirmações iniciais não devem ser percebidas como os requisitos dos *stakeholders*, por lhes faltarem definição, análise, consistência e viabilidade (ISO, 2011).

O CONOPS é a ferramenta a utilizar para auxiliar na compreensão das intenções dos *Stakeholders* que, a um nível organizacional e de uma perspectiva de desenvolvimento do sistema, permite organizar essas intenções iniciais em “declarações” mais estruturadas (ISO, 2018).

Estas “declarações” resultantes devem, portanto, ser bem compostas atendendo às características da formulação de requisitos tal como elencadas na seção 2.1.1.1, nesta fase, identificadas como os requisitos dos *Stakeholders* (ISO, 2018).

Estes requisitos dos *Stakeholders* são então transformados em requisitos de sistema, tal como elencado no processo ilustrado na Figura 5. Este processo requer etapas iterativas e recursivas, em paralelo com outros processos do ciclo de vida do sistema, conjugados com a sua metodologia de desenho (design). (ISO, 2018).

Assim, a aplicabilidade recursiva destes processos irá contribuir para gerar os requisitos para os sistemas de baixo-nível ou subsistemas, tal como explanado na Figura 4.

2.1.2 Processos e Normativos de Qualidade

No sentido de se atingir o OE3, e dando resposta à PD3, torna-se fundamental identificar quais as referências a operacionalizar como normativos de qualidade para os programas de edificação de capacidades ou em projetos de aquisição da Defesa.

A norma ISO/IEC/IEEE 15288, “*Systems and Software Engineering–System Life Cycle Processes*”, é a referência a usar pois:

“[...] estabelece um quadro de processos normalizados para descrever o ciclo de vida dos sistemas e um conjunto de processos de Engenharia de Sistemas para todas as fases do ciclo de vida dos sistemas, *i.e.*, Conceção, Desenvolvimento, Produção, Utilização, Suporte e Abate” (Figueiredo, 2020).



Na ausência de doutrina nacional, preconiza-se a utilização do documento “*Best Practices for Using Systems Engineering Standards on Contracts for Department of Defense Acquisition Programs*” (ISO/IEC/IEEE 15288) como padrão que, à falta de diretivas nacionais, pode ajudar a uma utilização adequada das normas. (Figueiredo, 2020).

O DoD dos EUA adota adicionalmente algumas extensões desta norma, i.e., a IEEE 15288.1, “*Standard for the Application of Systems Engineering on Defense Programs,*” e a IEEE 15288.2, “*Standard for Technical Reviews and Audits on Defense Programs*” (Figueiredo, 2020).

Estas extensões da norma ISO 15288 identificam padrões para a definição de requisitos para os processos de Engenharia de Sistemas, revisões técnicas (e.g. *Preliminary Design Review* - PDR, *Critical Design Review* - CDR), e auditorias (e.g. *Project Controls Analyst* - PCA) para projetos da Defesa (Figueiredo, 2020).

Ao nível europeu, esta norma ISO/IEC/IEEE 15288:2015 aparece também referenciada na base de dados *European Defence Standards Reference System* (EDSTAR)², mantida pela Agência Europeia de Defesa, com a seguinte entrada:

The ISO 15288 is the standard used worldwide for systems engineering. It is the basis of the handbook of the International Council on Systems Engineering (INCOSSE) and is referred to in NATO documents like AAP-20 “NATO programme management framework” and AAP-48 NATO Life Cycle Stages and Processes. (EDSTAR, 2020)

A aplicação de processos e práticas de Engenharia de Sistemas ao longo do ciclo de vida dos sistemas melhora significativamente a performance dos projetos, potenciando a satisfação dos requisitos técnicos, dentro dos critérios de qualidade, custo e tempo (DoD, 2001).

Quanto ao processo de definição de requisitos, a norma ISO/IEC/IEEE 29148 tem a seguinte entrada no EDSTAR: “*Provides guidance on the use of requirements engineering. It is applicable to all products and services.*” (EDSTAR, 2020A)

A norma ISO/IEC/IEEE 29148 é o standard que permite identificar a forma de eliciar, analisar, alocar, documentar e gerir requisitos nos processos associados ao Ciclo de Vida de um sistema (ISO, 2018).

Deste modo, deverá ser considerada a utilização da norma ISO/IEC/IEEE 29148, conjuntamente da metodologia Doutrina, Organização, Treino, Material, Liderança, Pessoal,

² O registo das publicações no EDSTAR, por ser uma base de dados, denomina-se por Entradas.



Infraestruturas e Interoperabilidade (DOTMLPII), para uma correta definição dos requisitos a incluir no Caderno de Encargos dos programas de edificação de capacidades ou em projetos de aquisição da Defesa (Figueiredo, 2020).

Segundo Figueiredo (2020), é ainda aconselhada a “utilização conjunta de uma metodologia de gestão de projetos (*e.g.*, PRINCE2) para a gestão dos processos de gestão técnica (*e.g.*, planeamento do projeto, gestão do risco, gestão da configuração, etc.)”. Esta metodologia de gestão de projetos é igualmente utilizada pela NATO *Communication and Information Agency* (NCIA) (Chaves, 2020).

A aplicação de normativos internacionais e metodologias de gestão de projetos potencia o cumprimento dos objetivos dos projetos dentro das metas de performance de tempo, custo, qualidade, âmbito, benefícios e risco (Figueiredo, 2020).

2.1.2.1 A Avaliação de Segurança num Sistema

De acordo com a ISO 9000 (ISO, 2015), quer o plano de gestão de projeto quer o SGQ associado devem preconizar, entre outros, um plano de gestão da segurança de pessoas e bens.

É também preconizado no Regulamento da Força Aérea (RFA) 400-1 que o Sistema de Gestão da Qualidade e Aeronavegabilidade (SGQA) da FA “[...] visa primordialmente a segurança das pessoas e dos meios [...]” (SDFA, 2013A).

De acordo com a sua entrada EDSTAR, a norma que identifica os aspetos que os sistemas devem considerar de modo a cumprirem funções de segurança é a *International Electrotechnical Commission* (IEC) 61508 (EDSTAR, 2021B).

A aplicação da norma IEC 61508 pretende assegurar que a sua garantia de segurança é parte integrante dos sistemas, permitindo proteger as pessoas, as infraestruturas críticas, a economia e o ambiente (IEC, 2015)

Esta norma aponta como conceitos relevantes neste tópico a avaliação com base em riscos, a segurança e segurança funcional e os níveis de integridade de segurança (IEC, 2019).

A finalidade da análise de riscos é a garantia da não exposição a riscos que possam ser considerados inaceitáveis, em associação à ocorrência de um evento perigoso (Bandeira, 2011).

Assim, a norma IEC 61508 preconiza Níveis de Integridade de Segurança (*Safety Integrity Level – SIL*) como a métrica de desempenho de segurança com vista à certificação dos sistemas (IEC, 2019)



Considerando que o sistema em análise nesta investigação é o HMI do SA KC390, importa perceber que SIL deve ser acautelado no seu desenvolvimento.

Tendo como base a metodologia operacionalizada pela NCIA, aquando do desenvolvimento das *baseline* para sistemas de SW associados à Defesa Aérea, nomeadamente quanto ao desenvolvimento do seu HMI, são realizadas *Software Safety Engineering Activity* (SSEA) (Richardson, 2020).

Estas SSEA visam garantir que o SW foi produzido de um modo seguro, cumprindo com um requisito IEC 61508 SIL1 (Richardson, 2020).

A este processo acresce uma metodologia do tipo “*Proven-in-Use*”, em que os utilizadores dos sistemas vão “validando” o SW durante a operação reportando as não conformidades (tal como definidas na ISO 9000) observadas com recurso à ferramenta *Allied Command Operations* (ACO) *Performance Tracking & Information System* (APTIS) (Richardson, 2020).

2.1.3 Requisitos NATO

O *Standard Agreement* (STANAG) STANAG 5516, presentemente na sua edição 8, é o documento que estandardiza as especificações para a troca automática de dados táticos por via de L16 na NATO (*NATO Standardization Office* (NSO), 2019, p. 4).

O STANAG 5516 estipula que a implementação da capacidade L16 na NATO deve acautelar os requisitos de implementação discriminados no Apêndice A do *Allied Tactical Data Link Publication* 5.16 (ATDLP-5.16) (NSO, 2019A, p. 5).

O Anexo A do ATDLP-5.16 permite identificar os requisitos de troca de dados a implementar por cada sistema (NATO) que pretenda ser participante numa rede L16 em apoio a uma operação conjunta (NSO, 2019A, p. A-1).

A tarefa de implementação destes requisitos é de execução mandatária, em termos do estabelecimento do HMI, de modo a garantir a interoperabilidade de cada área funcional de um sistema (NSO, 2019A, p. A-1).

O Quadro 2 identifica os requisitos de implementação mínimos, estabelecidos no ATDLP-5.16, em termos de funcionalidades L16 a integrar nos sistemas de plataformas com funções de Comando e Controlo (C2) e sem funções C2 (NC2).



Quadro 2 – Requisitos Mínimos de Implementação Funcional numa Plataforma Genérica (C2 e NC2)

FUNÇÕES	BASIC		SA	NETWORK MANAGER	SURVEILLANCE					BMD OPS	EW	WEAPONS		AIR CONTROL UNIT	COMMAND		SAM CONTROL UNIT	UAV CONTROL UNIT	NEW CONTROL		
	T	H			A	S	SU	L	SP												
C2	X	X	X	x	x	x	x	x	x	x	x	X		X	X		X	X		X	
NC2	X	X	PSA	-	-	-	-	-	-	-	x	I	B	-	MC	CSR	SAM	-	N	NC	NT

Legenda:
A – Air, B – Bomber, BMD – Ballistic Missile Defense, CSR- Combat Search & Rescue, EW – Eletronic Warfare, I – Interceptor Strike, L – Land, SA – Situational Awareness, N - Network Enabled Weapon, NC – NEW Controller, NEW - Network Enabled Weapon, NT – NEW Third Party Source, PSA - Platform Situational Awareness, S – Sub-Surface, SAM – Surface to Air Missile, SU – Surface.

Fonte: NSO (2019A).

Ao nível do operador, a capacidade L16 pode ser traduzida na integração por função operacional de um conjunto de mensagens da série-J (NSO, 2019A, p. A-23), denominado como *Message Implementation Plan* (MIP), cujos requisitos mínimos de implementação para garantia de interoperabilidade estão igualmente contidos no Anexo A do ATDLP-5.16.

Adicionalmente, também ao nível do operador, este documento estipula requisitos de transmissão e receção (por função e por mensagem) de modo a garantir uma interoperabilidade mínima (NSO, 2019A, p. A-1).

A aplicabilidade dos requisitos de implementação definidos no ATDLP-5.16 pode ser assim definida em cinco níveis diferentes:

- Função
- Função Relacionada
- Mensagem
- Mensagem Transmitida
- Mensagem Recebida

As relações hierárquicas entre estes níveis estão identificadas na Figura 6, que se apresenta em seguida.

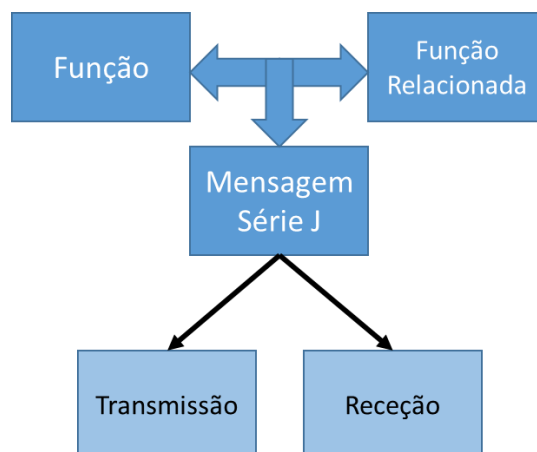


Figura 6 – Hierarquia Relacional entre Requisitos de Implementação

Fonte: NSO (2019A, p. A-3).

Embora o ATDLP-5.16 defina os requisitos para a capacidade L16 para a NATO, este não é o único documento que suporta ou amplifica a interoperabilidade desta capacidade. Seguidamente, a Figura 7 apresenta a relação do conjunto de documentação que permite identificar os requisitos L16 de uma plataforma.

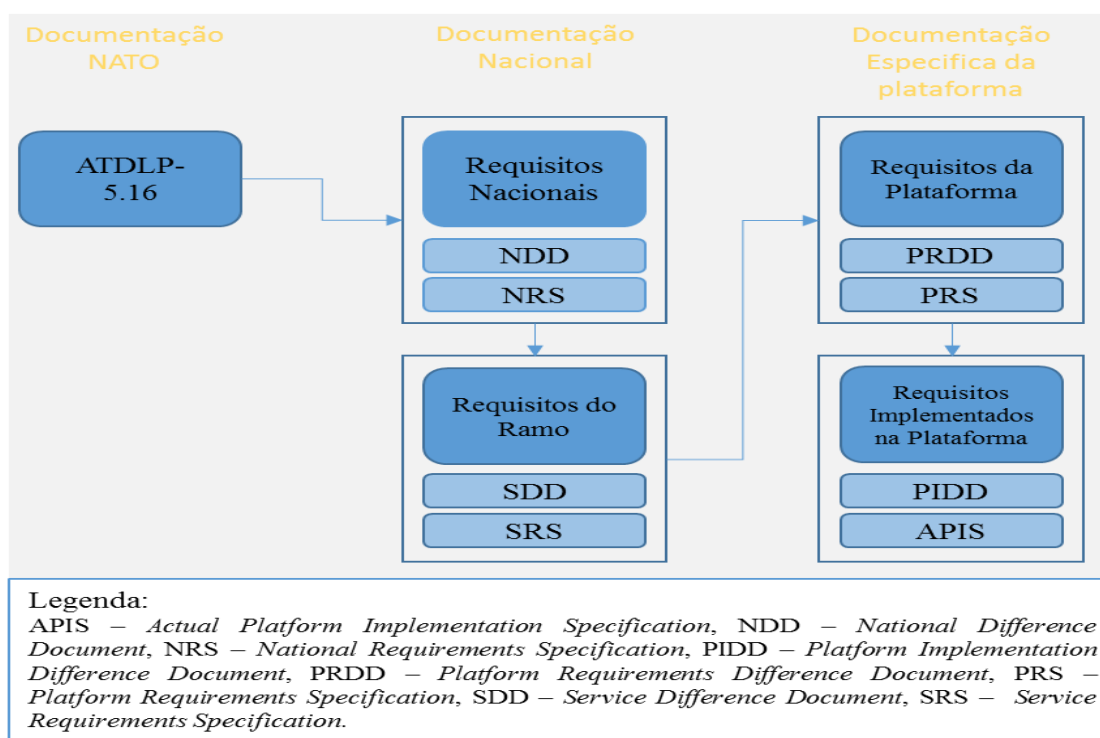


Figura 7 – Requisitos L16 de uma Plataforma: Relação entre a Documentação de Referência

Fonte: NSO (2019A, p. 2-3).



A especificidade e conteúdo de cada documento elencado na Figura 7 encontra-se detalhada no Apêndice B - Requisitos.

2.2 Modelo de Análise

No Apêndice D – Modelo de Análise, apresenta-se o modelo de análise que pautou esta investigação.

Este Modelo foi construído utilizando os conceitos estruturantes desenvolvidos no Apêndice A – Corpo de Conceitos, dividindo-os em dimensões e indicadores.



3. Metodologia e Método

Neste capítulo descrevem-se a metodologia e o método utilizados na presente investigação.

3.1 Metodologia

A metodologia a seguir assenta no manual “Orientações Metodológicas para a Elaboração de Trabalhos de Investigação” (Santos & Lima, 2019, p. 18).

Este estudo pauta-se por um raciocínio indutivo, assente numa estratégia de investigação qualitativa e num desenho de pesquisa do tipo de estudo de caso (Santos & Lima, 2019).

3.2 Método

3.2.1 Participantes e Procedimento

Participantes. Integraram esta investigação 15 *experts* tal como descrito no Quadro 3.



Quadro 3 – Identificação dos entrevistados

Cargo		Titular	Data	Área de Expertise		
				R	Q	H
Entrevistas Exploratórias	Gestor de Projetos de Comando e Controlo (C2) e Espaço na Direção-Geral de Recursos da Defesa Nacional (DGRDN) no Ministério da Defesa Nacional (MDN)	Tenente-Coronel Miguel Figueiredo	10SET2020	✓	✓	
	Chefe da Repartição de Comando e Controlo e Defesa Aérea (REPC2DA) do CLAFA/DEP	Tenente-Coronel Américo Chaves	10OUT2020	✓		
Entrevistas de Recolha de Dados	Diretor da Direção de Engenharia e Programas (DEP) do Comando da Logística da Força Aérea (CLAFA)	Brigadeiro-General Pedro Salvada	13NOV2020		✓	
	Chefe do Departamento de Qualidade, Aeronavegabilidade e Ambiente do CLAFA/DEP	Coronel Paulo Santos	24NOV2020	✓	✓	
	Chefe da Divisão de Operações (DIVOPS) do Estado-Maior da Força Aérea (EMFA)	Coronel Francisco Dionísio	15NOV2020	✓		
	Adjunto do Comandante da Logística da Força Aérea (CLAFA)/ Adjunto do Gestor da Missão de Acompanhamento e Fiscalização (MAF) do Programa KC390	Tenente-Coronel Carlos Batalha	09DEZ2020	✓	✓	✓
	Chefe do Centro de Operações Aéreas (COA) do Comando Aéreo (CA)/Operador Link 16 SA F16M	Tenente-Coronel Luís Silva	01DEZ2020	✓		✓
	Chefe da Data Link Management Cell da Força Aérea (PRT AF DLMC)/ Operador de Link 16 no SA E3A	Tenente-Coronel Fernando Lopes	23DEZ2020	✓		✓
	Comandante do Grupo Operacional (GO) 61/ Coordenador Operacional na MAF KC390	Tenente-Coronel Paulo Martins	27DEZ2020	✓	✓	✓
	Comandante do Grupo Operacional (GO) 51/ Operador Link 16 SA F16M	Major Duarte Freitas	28DEZ2020			✓
	Chefe da Seção de Planeamento e Gestão e do Setor de Desenho e Análise de Redes na Data Link Management Cell da Força Aérea (PRT AF DLMC)/ Operador de Link 16 nos sistemas de Defesa Aérea	Capitão Hugo Henriques	02JAN2021	✓		✓
	Operador de Link 16 no SA P3C	Capitão Lorindo Garcia	23NOV2020			✓
	Data Link Manager na Naval Striking and Support Forces NATO (STRIKFORNATO)/ Operador de Link 16 no SA E3A	Sargento-Ajudante Hugo Amante	27NOV2020			✓
	Data Link Manager na Data Link Management Cell da Força Aérea (PRT AF DLMC)/ Operador de Link 16 no SA E3A	Sargento-Ajudante João Marques	18JAN2021			✓
	NATO Communications and Information Agency (NCIA) Air and Missile Defence Command and Control (AMDC2) Chief CSI Section	Kevin Richardson	29DEZ2020	✓	✓	✓
Legenda: H: HMI; Q: Qualidade R: Requisitos.						

Fonte: Autor (2021).

Procedimento. Foi realizado um contacto aos entrevistados, a apresentar o tema, a saber da sua disponibilidade para serem entrevistados e a assegurar as garantias de



anonimato e de confidencialidade, de que todos abdicaram. Após obtida a sua anuência para participar nesta investigação, a entrevista foi submetida por email à qual cada entrevistado forneceu resposta pela mesma via.

Este procedimento incidiu em duas fases:

- Primeira, com a realização de entrevistas exploratórias (EE) com vista a colmatar falhas na análise documental;
- Segunda, recolha de dados (RD) com vista a dar resposta aos objetivos propostos.

3.2.2 Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Para efetuar esta investigação pautou-se utilizar as seguintes técnicas e instrumentos de recolha de dados:

- Técnicas de revisão tradicional a documentação, nacional, NATO e da União Europeia (UE), relativa à temática L16, assim como de Gestão de Projetos e de Garantia de Qualidade;
- Entrevistas com vista a colmatar falhas da bibliografia e a aceder a informação de fontes primárias.

Perspetivou-se que com estas entrevistas se obtivessem dados adicionais sobre o seguinte:

- A tipologia de missões previstas executar pelo SA KC390;
- Os requisitos operacionais da FA para a capacidade L16;
- A operacionalização desta capacidade na FA, sendo investigada, do ponto de vista do utilizador, a forma como o HMI de cada SA permite executar as funcionalidades do L16;
- As metodologias de qualidade utilizadas nos programas e projetos de implementação de capacidades na FA e na NCIA.

Nesta investigação utilizaram-se dois instrumentos de recolha de dados: análise documental e entrevistas. A análise documental baseou-se sobretudo em fontes primárias (e.g. despachos, publicações doutrinárias), de modo a analisar as características e os requisitos associados à implementação da capacidade L16 num SA, assim como a metodologia de qualidade associada a este processo.

As entrevistas realizadas foram semiestruturadas, pela especificidade do tema, assentes em três guiões, conforme a área de *expertise* (Apêndice C – Guiões e Transcrição de Entrevistas), permitindo coerência na comparação das respostas e estruturação dos dados e, assim, reforçar a análise documental e compreender eventuais processos de mudança.



Pretende-se desta forma, o rigor na informação obtida, através de afirmações concretas sobre o tema, mas também permitir, com algumas perguntas abertas, o enriquecimento do estudo pelos contributos da experiência, conhecimento e sensibilidade dos entrevistados, cujas respostas se encontram no Apêndice C – Guiões e Transcrição de Entrevistas.

3.2.3 Técnica de tratamento de dados

Foi utilizada uma metodologia qualitativa da análise de conteúdo das entrevistas semiestruturadas similar à de Fachada (2015), onde se identificaram, fundamentalmente, categorias *à priori*.



4. Apresentação dos Dados e Discussão dos Resultados

Neste capítulo, é analisada a informação recolhida e respondidas as PP e PD.

4.1 Edificação da capacidade Link 16 no HMI do SA KC390

Neste subcapítulo, procura-se dar forma à primeira parte do OG, i.e., perceber como se pode assegurar a conversão de requisitos em funcionalidades a implementar no HMI.

4.1.1 Requisitos a implementar

Tal como elencado nas figuras 4 e 5, é pela análise de requisitos L1, particularmente na sua decomposição em requisitos L2 (funcionais), que se chega ao desenho do sistema a implementar (HMI).

Nesta subseção, irão identificar-se que requisitos foram elencados no caso do SA KC390, a sua tipologia e como estes se refletem em termos de funcionalidades L16.

Da revisão da literatura efetuada pode-se constatar que a documentação nacional é inexistente ou incipiente; não foi identificada documentação nacional (i.e., *National Requirement Statement* - NRS) que identifique requisitos para a implementação da capacidade L16. Verificou-se que a situação ao nível da FA é idêntica (i.e., ausência de *Service Requirement Specification* - SRS).

Segundo a Divisão de Operações (DIVOPS) do Estado-Maior da Força Aérea (EMFA), o “[...] o projeto KC390 está centralizado na MAF e não tem tido envolvimento significativa por parte do EMFA” (Dionísio, 2020), pelo que, em não conformidade com o RFA 303-2(A) (SDFA, 2011), o EMFA não participou ativamente na definição dos requisitos operacionais do SA KC390.

Contudo, de acordo com o Despacho Ministerial da sua constituição, a MAF KC390 não se encontra integrada na estrutura da FA, mas sim “[...] na direta dependência funcional do Ministro da Defesa Nacional, através do CEMFA” (MDN Despacho n.º 11861, 2019).

De acordo com Batalha (2020), a MAF é constituída por elementos das diversas áreas associadas ao desenvolvimento do SA; o seu método de funcionamento passa pela requisição pontual de elementos a outras áreas na FA, de modo a providenciarem aconselhamento técnico nas suas áreas de especialização.

De acordo com Martins (2020), “Não está ainda definido o CONOPS para o novo SA pelo que a documentação de referência é o Contrato de Aquisição (CAQ) onde estão tipificados todos os requisitos assim como a tipologia de missões”.

O Quadro 4 descreve o conjunto de requisitos identificados no CAQ.



Quadro 4 – Requisitos L16 no CAQ

Requisito	Descrição
A.506	O Sistema de Missão com imagem tática integrada.
A.512	O Sistema de Missão contém L16.
A.546	MIP mínimo conforme STANAG 5516 Ed.6. Atualizado para Ed. 8 (Martins, 2020).
A.547	L16 integrado conforme requisitos do Sistema de Defesa Aérea
CONOPS	Desempenho das <i>Roles Host, Platform Sa, Support, Mission Commander</i>
MIP	Implementação mínima conforme STANAG 5516 Ed.6
HMI	Utilização do MIP de modo a cumprir com o CONOPS

Fonte: Autor (2020) (baseado em *Rockwell Collins*, 2017 e *Embraer*, 2018A).

A identificação de requisitos para esta implementação está centrada na definição de requisitos L1, i.e., as missões “*Host*”, *Platform SA*, *Support*, *Mission Commander* identificadas contratualmente como CONOPS no CAQ (Embraer, 2018).

Foi igualmente refletido no CAQ que o MIP mínimo a implementar será conforme o STANAG 5516 Ed. 6 (Embraer, 2018). Este standard, segundo Martins (2020), foi posteriormente atualizado para o STANAG 5516 Ed. 8.

O Quadro 4 apresenta-se como a base para uma resposta inicial à PD1, permitindo desde logo obter os fundamentos para a identificação das funcionalidades mínimas a implementar.

No CONOPS indicado, numa lógica da participação numa rede L16 NATO, e na sua implementação mínima, o MIP garante apenas a interoperabilidade do SA KC390 como plataforma com funções NC2 atribuídas (NSO, 2019A, p. A-21).

Ora, perspetivando a necessidade manifestada pelo Coordenador Operacional da MAF, o SA KC390 terá que pontualmente exercer funções de C2 (Martins, 2020), o que requererá alterações ao MIP a implementar.

Tais alterações apresentam-se como um exemplo do trabalho colaborativo atrás identificado por Batalha (2020), que tem vindo a ser executado ao nível da revisão do MIP para o SA KC390, entre a *Data Link Management Cell* (DLMC) no Comando Aéreo (CA), em colaboração com a DEP, e a *Collins Aerospace*, conforme indicado pelo Chefe da DLMC (email Lopes, 23 de dezembro de 2020).



A investigação conduzida, quanto a este processo em particular, permitiu identificar duas vertentes a serem consideradas na identificação de requisitos para a capacidade L16, no âmbito do refinamento do âmbito operacional deste SA em definição (Martins, 2020):

- A relação das dimensões interoperabilidade e compatibilidade face ao requisito de integração com o Sistema de Defesa Aérea (SDA);
- A expectativa dos *Stakeholders* em que o SA venha a executar missões operacionais outras que as não incluídas no Quadro 4.

Quanto à primeira vertente, considerando que “se desconhece um CONOPS e/ou Conceito de Emprego (CONEMP) [...] para a plataforma KC390, nomeadamente no que diz respeito à utilização da capacidade de L16” (Henriques, 2021), procurou-se dar resposta à identificação dos requisitos de integração com o SDA com base na doutrina NATO.

Assim, considerou-se como doutrina relevante o STANAG 5516 Ed. 8, anteriormente elencado, e o ACO *Joint Concept of Employment for TDL in NATO* (ACO, 2016).

Adicionalmente, face ao requisito de integração com o SDA, considerou-se como relevante o trabalho do Grupo de Trabalho (GT) *ACCS Interface Working Group* (AIWG), sobre o desenvolvimento dos sistemas de C2 aéreo da NATO, particularmente a componente TDL incluindo a capacidade L16 (AIWG, 2019).

O trabalho executado no AIWG tem vindo ao encontro do levantamento de requisitos L1 e L2 para a capacidade L16, incluindo o desenvolvimento de um MIP dedicado aos SDA (AIWG, 2020A), a serem futuramente implementados nos sistemas AIRC2 NATO (AIWG, 2020).

Quanto à segunda vertente, de acordo com a MAF, a tipologia de missões contempladas a ser executadas pelo SA KC390 serão “Transporte Aéreo Geral (Estratégico e Tático) (TAG), Operações Aerotransportadas (OA), Operações Especiais (OES), Evacuação Sanitária (ES), Busca e Salvamento (*Search & Rescue* – SAR), Reabastecimento Aéreo (*Air-to-Air Refuelling* – AAR); Combate a Incêndios (*Fire Fighting* –FF)” (Martins, 2020).

Ainda, segundo Martins (2020), o SA KC390, não sendo *per se* uma plataforma de C2, terá a capacidade de durante as suas missões contribuir para a *Situational Awareness* (SITA) da componente de C2 aéreo designadamente em ambiente *Composite Air Operations* (COMAO).

Salientar que o objetivo da implementação do MIP passa não apenas pelo processamento da informação proveniente da rede, mas pela capacidade de popular dados



nessa mesma rede; tal implicará que os sensores do SA sejam integrados na capacidade L16 a implementar (Marques, 2021).

Ademais, tendo como referência o SA P3C CUP+, a não integração da capacidade L16 no Sistema de Missão (SM) deste SA limita inexoravelmente a sua exploração operacional (Garcia, 2020).

Neste sentido, conforme Henriques (2021), a exploração da capacidade L16 é tão mais sucedida quanto maior a integração com os restantes sistemas da aeronave, desde a partilha de informação sobre o seu desempenho (*e.g.*, dados de posição de voo ou consumo de combustível) até à exploração dos dados provenientes dos seus sensores (*e.g.*, sensores eletro-óticos ou de Guerra Eletrónica).

Finalmente, quanto aos requisitos propriamente ditos para o HMI. Não existindo requisitos L2 identificados, podemos inferir que os requisitos mínimos a implementar são aqueles que estão refletidos na sua definição (detalhada no Apêndice A – Corpo de Conceitos) e em conformidade com o estipulado no ATDLP-5.16.

Além disso, a falta de detalhe na tipologia de standards a implementar em algumas funcionalidades (como por exemplo, a simbologia dos *tracks* em *display*) apresenta problemas não de interoperabilidade, mas sim de compatibilidade que devem ser acautelados (Marques, 2020).

O Quadro 5 representa a agregação das vertentes elencadas com os requisitos contratualmente identificados. A informação contida neste Quadro foi considerada como a base para a Matriz de Conversão proposta na seção 4.1.3 (Quadro 9 e Quadro 10).

Quadro 5 – Requisitos L16 identificados na Investigação

Requisito	Descrição
CONTRATO DE AQUISIÇÃO	<ul style="list-style-type: none">• <i>Roles Host, Platform Sa, Support, Mission Commander</i>• MIP mínimo cfr STANAG 5516 – Plataforma NC2
SDA	<ul style="list-style-type: none">• AIWG: Requisitos L1 e L2• MIP incrementado em conformidade com os sensores do SA
MISSÕES	<ul style="list-style-type: none">• TAG, OA, OES, ES, SAR, AAR, FF• COMAO
HMI	Representações digitais gráficas que permitam a exploração no Sistema de Missão do MIP (<i>i.e.</i> , inserção ou processamento de dados, o início e apresentação de eventos, apresentação de alertas e da sua gravidade ao operador)

Fonte: Autor (2021) (baseado em AIWG, 2020; Embraer, 2018; Embraer, 2018A; NSO, 2019A).



O Quadro 5 identifica o conjunto de requisitos essenciais à garantia de interoperabilidade e compatibilidade face à integração da capacidade L16 no SA KC390. Será a partir deste conjunto de requisitos identificados que se determinaram as funcionalidades a implementar no HMI, tal como explorado e proposto na seção seguinte.

4.1.2 Funcionalidades a implementar no HMI do SA KC390

Nesta Seção abordar-se-á a mais valia da exploração operacional da capacidade L16, ao nível das funcionalidades a implementar no HMI do SA KC390.

Segundo Amante (2020) “O HMI é de extrema importância na operacionalização da capacidade de L16 pois será através deste, das suas funcionalidades, e facilidade de operação que irá permitir a exploração na sua plenitude das capacidades fornecidas pelo L16”.

A análise desta dimensão na investigação focou-se em três vertentes:

- A exploração funcional dos requisitos identificados para a capacidade L16, incluindo os requisitos funcionais detalhados no ATDLP-5.16;
- As características e capacidades dos HMI dos SA em exploração na FA (SA F16, SA P3C e SDA) e na NATO (SA E3A);
- As necessidades do Cliente Final, com ênfase nos termos das especificidades operacionais dos futuros operadores do SA KC390.

Face à primeira vertente, os grupos de funcionalidades a implementar devem considerar os requisitos mínimos de interoperabilidade, seguidamente os requisitos de compatibilidade e, por fim, as funcionalidades (tal como detalhado no ATDLP-5.16) que devem ser acauteladas no HMI (face às dimensões associadas ao conceito de processamento da informação, *i.e.*, Visualização - *Display* e Tote - e Controlo - *Commands*).

Adicionalmente, foi tido em consideração que um sistema pode eleger implementar um conjunto de funcionalidades que agrupem um ou mais funções de C2 e/ou NC2 (NSO, 2019A, p. A-3).

O Quadro 6 elenca as funcionalidades a implementar no HMI passíveis de serem inferidas durante a investigação da exploração desta primeira vertente.

**Quadro 6 – Funcionalidades L16 e Tipologia de Processamento de Informação associada**

Funcionalidades	Tipologia de Processamento de Informação (Visualização e Controle)
<i>Initial Entry</i>	<i>Tote</i>
<i>Nework Management</i>	<i>Tote</i>
<i>Precise Participant Location and Identification (PPLI) & Status</i>	<i>Display & Tote</i>
<i>Surveillance</i>	<i>Display & Tote</i>
<i>Mission Management/Weapons Coordination/Control/ Threat Warnings</i>	<i>Display & Tote & Commands</i>
<i>Eletronic Warfare (EW)</i>	<i>Display & Tote & Commands</i>
<i>Imagery</i>	<i>Tote</i>
<i>Free Text Message (FTM)</i>	<i>Display & Tote</i>
Alertas	<i>Display & Tote</i>

Fonte: Autor (2021) (Baseado em NSO, 2019A).

O Quadro 6 resume as funcionalidades L16 a implementar no SA KC390, dando resposta à PD1, permitindo atingir o OE1.

Explorando a segunda vertente, a análise das características dos SA avaliados permitiu construir o Quadro 7. Este Quadro contém as características do HMI em termos de visualização, controlo e funcionalidades, *i.e.*, acomodando as especificações contempladas no conceito de HMI (tal como detalhado no Apêndice A- Corpo de Conceitos).

Quadro 7 – Funcionalidades e Processamento de Informação do HMI por SA

Funcionalidades	Tipologia de Processamento de Informação (Visualização e Controle)	Capacidade do HMI por Sistema de Armas		
		E3A	F16M	P3C CUP+
<i>Initial Entry</i>	<i>Tote</i>	A + M	A	A + M
<i>Nework Management</i>	<i>Tote</i>	Sim	Não	Sim
<i>Precise Participant Location and Identification (PPLI) & Status</i>	<i>Display & Tote</i>	Sim	Sim	Sim
<i>Surveillance</i>	<i>Display & Tote</i>	TX/RX	RX	TX/RX*
<i>Mission Management/Weapons Coordination/Control/ Threat Warnings</i>	<i>Display & Tote & Commands</i>	Sim	Sim	Sim*
<i>Eletronic Warfare (EW)</i>	<i>Display & Tote & Commands</i>	TX/RX	RX	TX/RX*
<i>Imagery</i>	<i>Tote</i>	Não	Não	Sim*
<i>Free Text Message (FTM)</i>	<i>Display & Tote</i>	Sim	Sim**	Sim*
Alertas	<i>Display & Tote</i>	Sim	Sim	Sim
Legenda: * Capacidade limitada pelo inexistência de interface entre o Sistema de Missão do SA e o Sistema L16 ** Limitação do número de caracteres em <i>Display</i> M: Capacidade Manual; A: Capacidade automática				

Fonte: Autor (2021) (Baseado em NSO, 2019A).



Por fim, face à exploração da terceira vertente, e de acordo com o CAQ (requisito A.383) estando inserido na globalidade do SM, o HMI deve contemplar as funções de Piloto, Copiloto e Operador de Sistemas (Embraer, 2018).

De acordo com Martins (2020), este HMI deverá ser diferenciado, quanto ao acesso a funcionalidades, entre os elementos de Pilotagem e os Operadores de Sistemas.

Segundo Amante (2020), sendo o foco do HMI a operacionalização do SM do SA, e que o HMI deverá primariamente “contribuir para a SITA da tripulação”.

Ademais, as características do HMI devem ter em consideração que:

“o tripulante [...] tem mais que uma atribuição para além da operação de sistemas TDL, logo é muito importante que a funcionalidade não sobrecarregue a (sua) atenção [...] nem que consuma demasiado tempo que impossibilite a execução das restantes tarefas” (Garcia, 2020).

Assim, poder-se-á inferir da necessidade de garantir um HMI que permita o acesso a funcionalidades dirigidas à especificidade das necessidades de cada tripulante do SA KC390.

Para Garcia (2020), “[...] para a operação do meio, um HMI mais simplista e de utilização mais automatizada (idêntica à que equipa o sistema de armas F-16) é o desejável para minimizar a sobrecarga de trabalho e consumo da atenção disponível dos pilotos”.

Segundo Amante (2020), na utilização do HMI em funções C2,” (...) estas funcionalidades deverão ser efetuadas por um operador ou operadores dedicados, visto esta função contar com várias especificidades para além da gestão e operação de Link 16 na plataforma”.

Logo, o HMI deverá ser um só em termos de representação gráfica no SM com diferentes tipologias de acesso às suas funcionalidades (Amante, 2020).

Face ao exposto, podem-se inferir três tipologias de acesso ao HMI:

- Uma tipologia alocada ao Piloto e Copiloto, que lhes permita uma operação básica da capacidade L16 (Henriques, 2020), centrada na aquisição e manutenção da SITA;
- Uma tipologia alocada à exploração da capacidade pelo Operador de Sistemas, permitindo “acesso a todas as funcionalidades de L16 que venham a ser implementadas na plataforma e com a capacidade de *Operator Input (OI)*” (Henriques, 2021);
- Uma tipologia de acesso alocada à exploração do HMI em termos de treino e de teste.

Com a exploração destas duas últimas vertentes, tal como descrito no Quadro 8, a investigação permitiu dar resposta à PD2 de modo a se atingir o OE2.

Quadro 8 – Funcionalidades e Processamento de Informação do HMI do SA KC390

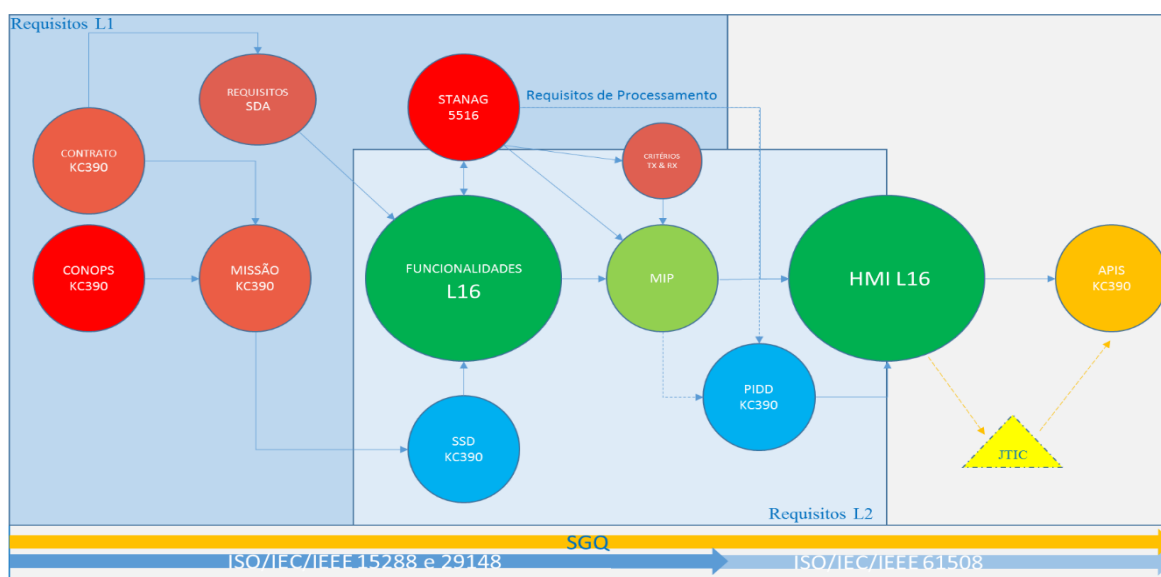
Funcionalidades	Tipologia de Processamento de Informação (Visualização e Controle)	Capacidade do HMI	
		Piloto/ Copiloto	Operador de Sistemas
<i>Initial Entry</i>	<i>Tote</i>	A	A + M
<i>Nework Management</i>	<i>Tote</i>	Não	Sim
<i>Precise Participant Location and Identification (PPLI) & Status</i>	<i>Display & Tote</i>	Sim*	Sim
<i>Surveillance</i>	<i>Display & Tote</i>	RX*	TX/RX
<i>Mission Management/Weapons Coordination/Control/ Threat Warnings</i>	<i>Display & Tote & Commands</i>	Sim*	Sim
<i>Eletronic Warfare (EW)</i>	<i>Display & Tote & Commands</i>	RX*	TX/RX
<i>Imagery</i>	<i>Tote</i>	Sim*	Sim
<i>Free Text Message (FTM)</i>	<i>Display & Tote</i>	Sim**	Sim
<i>Alertas</i>	<i>Display & Tote</i>	Sim	Sim
Legenda: * Capacidade limitada a providenciar <i>Situational Awareness</i> ** Limitação do número de caracteres em <i>Display</i> A: Capacidade automática; M: Capacidade Manual			

Fonte: Autor (2021) (Baseado em NSO, 2019A).

4.1.3 Proposta de matriz de conversão de requisitos em funcionalidades

A informação recolhida no âmbito do alcance dos OE1 e OE2 foi operacionalizada de forma a se atingir o OG desta investigação.

Face à ausência de doutrina específica nesta área, a Figura 8 vem ilustrar aquilo que a investigação demonstrou ser o processo indicado para a conversão dos requisitos em funcionalidades da capacidade L16 a implementar no HMI.


Figura 8 – Processo de Conversão de Requisitos em Funcionalidades para o HMI

Fonte: Autor (2021).



Recorrendo ao processo refletido na Figura 8, foi possível desenvolver uma proposta de matriz de conversão tal como definido no OG desta investigação, e apresentado nos Quadro 9 e Quadro 10.

A matriz de conversão deverá ser operacionalizada em duas etapas.

A primeira etapa, refletida no Quadro 9, permite identificar um nível desejado de implementação face a conversão dos requisitos (nacionais e NATO) em funcionalidade L16, e a que tipologia de acesso ao HMI se refere esse nível.

Quadro 9 – Matriz de Conversão de Requisitos em Funcionalidades

MISSÕES		C2 (S/N)	FUNCIONALIDADES												TRIPULAÇÃO	
			BASIC		SA	NETWORK MANAGEMENT	SURVEILLANCE	EW	WEAPONS	AIR CONTROL UNIT	SAM CONTROL UNIT	UAV CONTROL UNIT	NEW CONTROL	FTM	PILOTAGEM	OPERADOR DE SISTEMAS
			Host	Terminal												
REQUISITOS MÍNIMOS	HOST	N													✓	✓
	AM	N									SAM				✓	✓
	MC	S														✓
REQUISITOS NACIONAIS	TAG	N													✓	✓
	OA	N							I, B		SAM				✓	✓
	OES	S							I, B		SAM				✓	✓
	ES	S													✓	✓
	SAR	S														✓
	AAR	S														✓
	FF	S														✓
	<u>Legenda:</u> AM - Air Movement; MC: Mission Commander; TAG: Transporte Aéreo Geral; AO: Operações Aerotransportadas; OES: Operações Especiais; ES: Evacuação Sanitária; SAR: Search&Rescue; AAR: Air-to-Air Refuelling; FF: Fire Fighting. S: sim; N: Não. I: Interceptor; B: Bomber; SAM: surface-to-air missile.															
Funcionalidades Implementadas								Funcionalidades não implementadas								

Fonte: Autor (2021) (Baseado em NSO, 2019A e Martins, 2020).

A segunda etapa, refletida no Quadro 10, permite identificar um nível desejado de implementação em termos de processamento de informação no HMI.

Nesta etapa, a matriz permite detalhar as funcionalidades identificadas no Quadro 9, especificando uma proposta genérica de MIP a implementar, elencando a tipologia de processamento de informação que deverá ser acomodada no HMI de modo a garantir uma cabal exploração operacional da capacidade L16.



Quadro 10 – Matriz de Conversão de Funcionalidades no HMI

Funcionalidades		MIP		HMI		
		MSG SÉRIE J	TX/ RX/ TX/RX	DISPLAY	COMMAND	TOTE
BASIC	Built in Test	-	-			✓
	Network Time Reference	J0.2	TX/RX			✓
	External Time Reference	J0.2	TX/RX			✓
	Initial Entry JTIDS UNIT	-	-	✓		✓
	Forward JTIDS Unit	-	-	✓		✓
	DATA SILENCE	-	-			✓
	Individual Data Load (IDL)	-	-			✓
	Network Data Load (NDL)	-	-			✓
	IDL/NDL	-	-			✓
	OPTASKLINK (OTL)	-	-			✓
	CORRELAÇÃO OTL/NDL/IDL	-	-			✓
ONLINE NETWORK PLAN	-	-			✓	
SA	IIU	J2.0	TX/RX	✓		✓
	AIR PPLI	J2.2	TX/RX	✓		✓
	AIR PLATFORM & SYS STATUS	J13.2	TX/RX			✓
	S/SU/L PPLI	J2.3/4/5/6	TX/RX	✓		✓
	S/SU/L SYS STATUS	J13.3/4/5/6	TX/RX			✓
	AIRFIELD STATUS	J13.0	TX/RX			✓
NETWORK MANAGEMENT	WEATHER OVER TARGET	J17.0	TX/RX		✓	✓
	NETWORK CONFIG	-	-			✓
	Interference Protection Feature	-	-			✓
	RELAY	J0.4/5/6	TX/RX			✓
	Time Slot Reallocation	J0.3/7	RX			✓
	CVLL MANAGEMENT	-	-			✓
	Over the Air Keckeying	J3.0/1	TX/RX			✓
SURVEILLANCE	RECORDING & REPLAY	**		✓		✓
	AIR TRACKS	J3.2	TX/RX	✓		✓
	SURFACE TRACKS	J3.3	TX/RX	✓		✓
	SUBSURFACE TRACKS	J3.4	TX/RX	✓		✓
	LAND TRACKS	J3.5	TX/RX	✓		✓
	SPACE TRACKS	J3.6	TX/RX	✓		✓
	TRACK INITIATION	-	TX/RX			✓
	TRACK MANAGEMENT	-	TX/RX			✓
	REFERENCE POINTS	J3.0	TX/RX	✓		✓
EW	Processamento TARGET REPORTS	-	TX/RX	✓		✓
	EMCON Implementation	-	-			✓
	EW Management	J6.0	TX/RX			✓
	EW Processing: Emissions	J14.0	TX/RX	✓		✓
WEAPONS	EW Processing: Emitters	J14.2	TX/RX	✓		✓
	Atribuição de Missões	J7.7, J9.0	TX/RX		✓	✓
	Threat Warning	J15.0	TX/RX	✓	✓	✓
	Target Designation	J12.5/6/7	TX/RX	✓	✓	✓
	Vetorização	J12.1/2/3	TX/RX	✓	✓	✓
AIR CONTROL UNIT	Weapons Employment SA	J11.0/1/2	TX/RX		✓	✓
	Surveillance	J3.0/1/2	TX/RX	✓		✓
	Weapons Coordination & Management	J10.3/5/6	TX/RX		✓	
		J10.2	TX		✓	
	Platform & Sys Status	J13.2	RX			✓
	Control	J12.5	TX		✓	✓
Imagery		J12.0/4	TX/RX		✓	✓
	Command	J9.0; J16.2	RX		✓	
FTM	Processamento Imagens ****	J16.0	TX/RX			✓
FTM	Processamento MSG Texto Livre	J28.2	TX/RX	✓		✓
Picture Display		*		✓		✓
ACO Display		**		✓		✓
Moving map		***		✓		✓
Alertas		**		✓		✓
Legenda: * Deverá acomodar no mínimo a implementação do MIL STD 2525 Common Warfighting Symbology. ** O nível de detalhe na implementação deverá ser diferenciado entre Pilotagem e Operador de Sistemas. *** O detalhe ao nível do mapeamento está diretamente correlacionado com a capacidade de processamento de informação por parte do Sistema de Missão; deverá acomodar diversas tipologias de mapas (e.g., STANAG 3675 e STANAG 4609) **** Terá que acomodar no mínimo a implementação do MIL STD 6016, STANAG 7023 e STANAG 4545.						
Funcionalidades Implementadas		✓	Funcionalidades não implementadas			
O MIP indicado deve ser considerado apenas como referência, por não incluir o nível de detalhe necessário (i.e. Word Implementation)						

Fonte: Autor (2021), (Baseado em Henriques, 2021 e NSO, 2019A).



4.2 Processos e Normativos de Qualidade

Neste subcapítulo, pretende-se identificar modelos e processos de qualidade, a acomodar durante o processo de definição de requisitos e funcionalidades a implementar no HMI do SA KC390, apresentando uma resposta à PD3.

4.2.1 O processo de qualidade no CLAFA/DEP

Observando que, conforme o RFA 303-4(A), compete ao CLAFA/DEP “Assegurar e controlar a execução das políticas da qualidade (...) na Força Aérea” e “Assegurar a satisfação dos requisitos da qualidade, em todas as áreas da sua responsabilidade”; estas competências estão cometidas ao Gabinete de Qualidade, Aeronavegabilidade e Ambiente (GQAA)³ (SDFA, 2013, p. 7-1).

De forma a executar as competências a si atribuídas, o GQAA encontra-se em fase de implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade e Aeronavegabilidade (SGQA) (Santos, 2020).

Segundo Santos (2020), “pretende-se com o SGQA criar uma estrutura normativa que no futuro próximo permita à FA demonstrar o cumprimento dos requisitos de qualidade e aeronavegabilidade exigidos pelos Regulamentos *Portuguese Military Airworthiness Requirements* (PMAR)”, que obrigam à existência de um SGQ (Decreto-Lei nº 431/2013, de 06 de maio, p. 14444)

A ISO 9001 é a norma que especifica os requisitos para um SGQ (EN ISO 9000, 2015); este normativo funciona apenas como referência para o SGQA, que se encontra em processo de acreditação (Santos, 2020).

O SGQA tem, contudo, o seu âmbito restrito à manutenção aeronáutica, não sendo aplicado ao desenvolvimento de software para os SA da FA (Santos, 2020). Ademais, de acordo com o GQAA, “a FA não é uma entidade certificada quanto à realização de projetos de engenharia” (Santos, 2020).

De acordo com o RFA 400-1, “O SGQA é constituído por um conjunto de macroprocessos que se interligam com o objetivo de dar resposta aos requisitos definidos pelos clientes” (SDFA, 2013, p. 3-6).

Tendo por base a metodologia *Plan-Do-Check-Act* (PDCA), o SGQA tem como objetivo “tornar a estrutura o mais dinâmica possível, na procura contínua de melhores níveis de desempenho” (SDFA, 2013, p. 3-6).

³ O Departamento de Qualidade, Aeronavegabilidade e Ambiente (DQAA) da DEP, conforme RFA 303-4(A), passa a denominar-se como GQAA, em virtude das alterações promovidas pelo Despacho nº25/2019 do CEMFA, no seu anexo A.



Um destes processos do SGQA permite “Gerar Capacidades”, *i.e.*, “Processos fundamentais que determinam a atividade do Sistema para a implementação de novas capacidades, decorrentes dos requisitos operacionais e logísticos, garantindo e estabelecendo as condições necessárias para sua operação em segurança” (SDFA, 2013, p. 3-7).

Quanto ao processo de conversão de requisitos em funcionalidades a implementar, segundo Salvada (2020), a DEP preconiza a utilização da metodologia PDCA no “sentido de garantir coerência e abrangência de todas as áreas a envolver”.

Todavia, Santos (2020) afirma “não estar especificamente um normativo definido e que siga um processo da qualidade” e que este deveria acompanhar “o ciclo de vida do produto”.

Ademais, segundo Salvada (2020), “não existe um normativo de qualidade associado ao processo de “conversão” de requisitos (operacionais e/ou técnicos) em funcionalidades”, denotando a “inexistência de um normativo para o desenvolvimento de SW nos SA da FA como uma grande lacuna”.

Salvada (2020) identifica que na DEP, assim como na FA, “a qualidade tem alguma presença (na condução de projetos), mas importa aprofundar a sua utilização na garantia de melhores resultados em termos de produção de bens ou serviços, com (recurso a) mecanismos de avaliação independentes”.

Em resumo, os normativos identificados nesta seção devem ser considerados na ótica preconizada pela ISO 9000 (2015), *i.e.*, da satisfação do cliente no sentido de garantia quer das funções e desempenho pretendidos para um produto ou serviço, quer do valor percebido, num percurso iniciado na definição dos seus requisitos e acompanhar todo o seu Ciclo de Vida.

4.2.2 O processo de qualidade no desenvolvimento do SA KC390

Considerando o estudo de caso do SA KC390, interessa perceber como é que a qualidade é contemplada neste Programa, nomeadamente em termos da garantia da adequabilidade da implementação dos requisitos e funcionalidades da capacidade L16, assim como em termos da garantia de segurança.

Os resultados da investigação conduzida, vêm demonstrar que normativos tais como os anteriormente identificados (subseção 2.1.2 - Processos e Normativos de Qualidade), não foram contemplados no Programa KC390, designadamente no processo de implementação da capacidade L16.



Ademais, segundo Batalha (2020), no Programa KC390, não foi contemplado um normativo de qualidade quanto ao desenvolvimento do HMI.

Todavia, é de se salientar que o CAQ dos terminais *Multifunctional Information Distribution System* (MIDS) *Joint Tactical Radio System Terminals* (JTRS) (*Letter of Agreement* (LOA) PT-P-LDO), que na sua essência são os equipamentos que vão permitir operacionalizar a capacidade L16, contempla o fornecimento de um serviço de teste, avaliação e certificação de interoperabilidade (Direção de Manutenção dos Sistemas de Armas (DMSA), 2020).

Este serviço irá ser providenciado por uma entidade externa, o *Joint Interoperability Test Command* (JTIC) do DoD dos EUA (*Collins Aerospace*, 2020).

O resultado das tarefas executadas pelo JTIC será contido no documento *Actual Platform Implementation Specification* (APIS) para o SA KC390 e, tal como preconizado no STANAG 5516, permitirão balizar o estado inicial da capacidade e das suas limitações/constrangimentos/potencialidades para o seu ciclo de vida. (NSO, 2019A: *Section 2*, Pág. 2-1).

O APIS contém a descrição da implementação específica dos requisitos NATO na plataforma (incluindo as limitações encontradas), conjugados com a forma como os requisitos nacionais foram implementados, de forma a garantir a sua interoperabilidade.

Os serviços prestados pelo JTIC vão constituir-se como parte integrante do processo de qualidade no Programa KC390, no que concerne a instalação dos equipamentos associados à capacidade Link 16 e ao MIP implementado (*Collins Aerospace*, 2020).

Contudo, este *processo de qualidade* não contempla *per se* o HMI para a capacidade L16 (*Collins Aerospace*, 2020).

Em súmula, o Programa KC390 apenas contempla como processo de qualidade para a capacidade L16 a certificação de interoperabilidade dos equipamentos L16 instalados (*e.g.*, MIDS JTRS) e do MIP implementado.

4.2.3 Modelos e processos de qualidade na implementação do HMI

Face a um conceito de Modelo de Qualidade, tal como discriminado no Apêndice A – Corpo de Conceitos, foi levantada a PD3 especificamente desenhada de modo a obter uma resposta de modo a se atingir o OE3.

Tal, em conjugação com os OE1 e OE2, atingidos por via dos Quadro 8, Quadro 9 e Quadro 10, permitirá atingir-se o OG desta investigação respondendo à sua PP.

A PD3 foi analisada segundo a dimensão *normativo* em três vetores (V) elencados na subseção 2.1.2: o processo de definição de requisitos (1ºV), o SGQ (2ºV) e a garantia de segurança do sistema (3º V). Nesta dimensão, podemos ainda encontrar um quarto vetor na garantia de interoperabilidade (4º V).

Decorre dos resultados obtidos que, a identificação de um modelo de qualidade (em conformidade com o OE3) deverá acomodar estes quatros vetores, tal como detalhado no Quadro 11.

Quadro 11 – Vetores para a Identificação de um Modelo de Qualidade

VETOR	NORMATIVO
1º - Definição de Requisitos	ISO/IEC/IEEE 15288 e 29148
2º - SGQ	ISO 9001, PMAR
3º - Segurança do Sistema	ISO/IEC/IEEE 61508
4º - Garantia de Interoperabilidade	ATDLP-5.16, JTIC

Fonte: Autor (2021).

O Programa KC390 deverá, assim, contemplar a efetivação de um SGQ que permita um controlo e padronização dos seus processos, conforme os critérios definidos nos normativos PMAR e ISO 9001, incorporando a metodologia PDCA de melhoria contínua (Santos, 2020).

Tal SGQ terá que acomodar os normativos ISO/IEC/IEEE 15288 e ISO/IEC/IEEE 29148 quanto aos processos de definição, verificação e atualização dos requisitos a implementar.

A vertente segurança também deve ser acautelada além da aeronavegabilidade, pelo que a aplicabilidade da norma ISO/IEC/IEEE 61508 terá que ser acomodada neste SGQ, designadamente quanto à aplicabilidade do nível de SIL.

Uma vez que a operacionalização do L16 é considerada para a designação de alvos/missões (Martins, 2020), importa que o HMI acautele um SIL adequado a que o seu *System Safety Hazard Analysis Report* (SSHAR) permita um cabal desempenho operacional.

4.3 Síntese Conclusiva

Neste capítulo foram apresentados os resultados desta investigação que, pela resposta dada respetivamente às PD1, PD2 e PD3, vem oferecer uma solução à sua PP.

Em resumo, as funcionalidades mínimas indicadas no Quadro 8 permitem contribuir para a garantia de interoperabilidade da capacidade L16, permitindo ao SA KC390 a participação em missões de âmbito nacional e NATO.

De acordo com a categorização NATO (STANAG 5516), estas funcionalidades garantem ao SA uma capacidade L16 para operar como uma plataforma NC2. Existe, todavia, a ambição dos *Stakeholders* (Martins, 2020) que este possa explorar a capacidade com recurso a funcionalidades de plataforma C2.

Ora, tal apenas será passível de ser operacionalizado quanto maior for o nível de integração dos sensores do SA na capacidade L16 (Marques, 2021).

Os Quadros 9 e 10 refletem esta premissa, elencando um conjunto de funcionalidades a implementar, que ao ser identificada como Proposta de Matriz de Conversão apresenta-se como solução que permite dar resposta a esta necessidade.

Uma vez que, segundo Santos (2020), “não existem processos definidos de acordo com os normativos da qualidade para a globalidade das atividades da FA, nem há uma entidade supervisora da qualidade, enquanto tal”, pretendeu-se com os resultados produzidos nesta investigação elencar as bases para um normativo de qualidade passível de ser implementado em programas e projetos similares a este estudo de caso.

É de notar que, embora de “uma forma geral na FA não há ainda uma cultura da qualidade, enquanto processo” (Santos, 2020), “a qualidade tem alguma presença, mas importa aprofundar a sua utilização na garantia de melhores resultados em termos de produção de bens ou serviços, com mecanismos de avaliação independentes” (Salvada, 2020).

Ainda, de acordo com o Chefe do GQAA, o processo de qualidade deve ser desenvolvido para todo o ciclo de vida de um SA, “[...] desde definição dos requisitos, aquisição, testes, avaliação da segurança, entrada em serviço, manutenção e operação, *phase-out*, abate/alienação” (Santos, 2020).

A investigação permitiu identificar um conjunto de normativo quanto ao processo de definição de requisitos, à necessidade e ao desenvolvimento de um SGQ, à garantia de interoperabilidade e, também, à garantia de segurança para um sistema como o HMI.

Resumindo, a informação obtida permitiu sequencialmente atingir os OE1, OE2 e OE3, dando origem à identificação quer de uma proposta de matriz de conversão de requisitos, quer de um normativo de qualidade para a implementação do HMI, indo de encontro ao OG desta investigação.

5. Conclusões

Os cenários de tendencial complexidade com os quais as forças nacionais se têm vindo a deparar na execução de operações, em cumprimento das mais diversas responsabilidades assumidas no âmbito das alianças e organismos nos quais Portugal participa, tanto em território nacional como em ambiente internacional, determinam a troca de dados operacionais como um elo fundamental para a sua condução eficaz e em segurança.

Tal determina a relevância em perspetivar equipar as nossas forças com equipamentos e sistemas tecnologicamente evoluídos, que permitam exponenciar um efeito multiplicador das suas capacidades, da forma como superiormente determinado no CEDN.

A capacidade TDL, no caso particular desta investigação o L16, apresenta-se como a ferramenta tecnológica por excelência para o desempenho cabal desta necessidade operacional. Como tal, a sua implementação foi superiormente entendida como fundamental a incluir no processo de aquisição do SA que, nos anos próximos, irá servir a FA: a plataforma aérea de transporte KC390.

O objeto de estudo desta investigação centra-se, deste modo, no processo de implementação da capacidade L16 neste SA.

Face a uma multitude de ângulos pelos quais se poderiam abordar esta temática, o âmbito da investigação foi delimitado na exploração operacional desta capacidade, nomeadamente, na análise das características funcionais a serem incluídas no desenho e desenvolvimento do sistema que o explora: o HMI para a capacidade L16.

Ou seja, este estudo é delimitado em termos de conteúdo na identificação dos requisitos operacionais para a edificação do software do HMI.

Adicionalmente, este estudo é delimitado temporalmente no período de desenvolvimento, implementação e entrega para exploração operacional dos sistemas associados à capacidade L16, *e.g.*, horizonte 2019-2023, e, espacialmente, no espaço de influência da MAF do Programa KC390.

Face a esta delimitação, este estudo tem como OG: *a definição de uma matriz para a conversão dos requisitos da capacidade L16 do SA KC390 em funcionalidades a implementar no seu HMI, identificando a norma de qualidade a seguir.*

De modo a se atingir tal objetivo, formulou-se a seguinte PP: *de que modo é possível assegurar a conversão dos requisitos em funcionalidades de L16 no HMI do KC390, de acordo com um normativo?*



A investigação pautou-se pela exploração de um raciocínio indutivo, assente numa estratégia de investigação qualitativa, consubstanciada num desenho de pesquisa do tipo de estudo de caso (o SA KC390).

A recolha de dados foi realizada com base em técnicas de revisão tradicional a documentação relativa à temática da capacidade L16, assim como de Gestão de Projetos e da Garantia de Qualidade, e, em entrevistas semiestruturadas, com vista a colmatar falhas da bibliografia e a aceder a informação de fontes primárias.

A pesquisa documental, conjugada com as entrevistas exploratórias realizadas, permitiu, essencialmente, ir ao encontro de uma conclusão global: foi identificada uma ausência genérica de doutrina nacional, quer nas dimensões da definição de requisitos operacionais, quer quanto ao processo de implementação de uma capacidade TDL, assim como, quanto à identificação de um normativo de qualidade associado a esses processos.

Quanto à primeira dimensão, a investigação demonstrou que, de acordo com o processo de definição de requisitos elencado nas Figura 1 e Figura 2, a definição dos requisitos operacionais para a capacidade L16 deveria resultar da combinação dos CONOPS da capacidade com o CONOPS para o KC390.

Ocorre que, face a uma ausência, quer ao nível nacional quer ao nível da FA, de um CONOPS para o SA e, na mesma medida, para a capacidade L16, procurou-se ir de encontro a uma resposta alternativa para a seguinte PD1: *quais as funcionalidades L16 a implementar no SA KC390?*

Salienta-se que, todavia, no âmbito dos CAQ de equipamentos e serviços associados à implementação da capacidade L16, a MAF procurou inscrever requisitos operacionais centrados na procura da aquisição de uma capacidade mínima de conduzir operações conjuntas na NATO, tal como definido no STANAG 5516.

A investigação permitiu, contudo, evidenciar que a procura pela garantia de interoperabilidade não poderá *per se* constituir-se como um fim, mas sim como uma base para a satisfação das necessidades do cliente final, *i.e.*, as futuras tripulações do SA.

Conclui-se, portanto, que o estabelecimento de doutrina, *i.e.*, de requisitos de Alto nível/CONOPS, é fundamental ao processo de definição de requisitos para a capacidade L16, requerendo para tal que seja cabalmente identificado qual o propósito e a finalidade estipulada para o SA, assim como de que modo é que a capacidade L16 poderá contribuir para incrementar o seu produto operacional.



Evidencia-se, assim, a necessidade de clareza por parte dos *Stakeholders* na definição de expectativas para as capacidades a implementar; da necessidade destas expectativas estarem alinhadas com as do cliente final, e, da necessidade que este alinhamento possa contribuir para a identificação de um conjunto de requisitos adequadamente definidos.

Neste sentido, é de diferenciar o conceito de interoperabilidade do conceito de compatibilidade, pelo que a investigação permitiu concluir que a capacidade L16 num SA é tão mais capaz quanto maior for o nível de integração dos seus sensores e equipamentos associados ao seu SM.

A proposta de matriz construída é uma solução de análise que pretende dar resposta à implementação da capacidade L16 no SA KC390, acomodando não apenas os requisitos base (tal como identificados no CAQ), ou seja, de uma plataforma NC2, mas também a hipótese de acomodar a integração futura dos seus sensores (nomeadamente quanto aos sensores eletro-óticos, radar e sistemas de EW), explorando as potencialidades do SA na execução de missões com competências de C2.

A proposta de matriz surge em resultado da procura de uma resposta não só à PD1 mas também à PD2: *qual a tipologia de processamento de informação a implementar no HMI do SA KC390?*.

Esta demanda procurou ir de encontro às necessidades de cada tripulante do SA, em termos de como o HMI deve acomodar uma exploração otimizada da capacidade L16.

Do Quadro 8, pode-se concluir que o HMI deverá acomodar um processamento de informação diferenciado entre os elementos de pilotagem e Operação dos Sistemas.

Assim, para o escalão de pilotagem, o HMI contempla um nível de exploração da capacidade L16 na ótica de uma plataforma NC2, privilegiando a aquisição e manutenção da SITA. Por outro lado, de modo a permitir cumprir todas as funções alocadas ao Operador de Sistemas, o seu HMI deverá ter garantido uma capacidade de exploração de todas os sensores e capacidades que venham a ser implementadas neste SA.

Em conclusão, a proposta de matriz elencada nos Quadro 9 e Quadro 10, apresenta-se como uma solução de análise que permite assegurar a conversão de requisitos em funcionalidades (OB1), assim como perspetivar o processamento de informação a implementar no HMI do SA (OB2).

Quanto à segunda dimensão, procurando dar resposta à PD3: *qual o modelo de qualidade a seguir na implementação das funcionalidades no HMI do SA KC390?* Na



investigação, aferiu-se que a MAF não contemplou um normativo de qualidade quando da implementação da capacidade L16.

Conforme o Quadro 11, na investigação foi possível identificar normativos associados ao processo de definição de requisitos, à necessidade e ao desenvolvimento de um SGQ, à garantia de interoperabilidade, e à garantia de segurança para um sistema como o HMI.

Face ao exposto, conclui-se que a MAF deverá contemplar a efetivação de um SGQ, permitindo um controlo e padronização dos seus processos, conforme definido pela ISO 9001 e pelo PMAR, incorporando uma metodologia PDCA de melhoria continua.

Tal SGQ terá que acomodar os normativos preconizados pelas ISO/IEC/IEEE 15288 e ISO/IEC/IEEE 29148 quanto aos processos de definição, verificação e atualização dos requisitos a implementar.

No que contempla à segurança, a conceptualização de um HMI, que possa vir a contribuir para o emprego de armas, requer que o desenvolvimento do seu software cumpra com um normativo que garanta a sua segurança operacional.

A norma IEC 61508 preconiza um SIL como a métrica de desempenho de segurança com vista à certificação destes sistemas.

Pode-se concluir que, uma vez que é considerada a operacionalização da capacidade L16 para a designação de alvos/missões (*i.e.*, função *Mission Commander*), importa que o HMI tenha acautelado um SIL adequado a um desempenho operacional seguro.

Com a sucessão de respostas obtidas às PD, a investigação permitiu quer a identificação de uma proposta de matriz de conversão de requisitos em funcionalidades a implementar no HMI, quer a identificação de um normativo de qualidade para esta implementação, indo de encontro ao seu OG.

Neste seguimento, têm-se como **principais contributos para o conhecimento** o seguinte:

- Considerando a execução em curso do calendário do Programa KC390, este estudo apresenta-se como um contributo para a MAF no âmbito do processo de implementação do HMI para a capacidade L16.

- A proposta de matriz que se disponibiliza, poderá ser alvo de utilização pela MAF como uma ferramenta de análise para a validação/verificação de propostas de soluções futuras tais como as que se prevê vir a ser apresentada pela *Collins Aerospace*;



- A matriz produzida poderá ainda servir como referência para futuros programas de implementação ou atualização da capacidade L16 noutros SA, como preconizado na Estratégia de Migração TDL da FA;

- Ademais, embora fora do seu âmbito, o alcance do produto desta investigação não se esgota na capacidade L16, podendo o processo da sua edificação ser adequadamente adaptado face à implementação de outras capacidades, tais como a capacidade *Identification Friend or Foe* Modo 5;

- A solução de SGQ que se perspetiva implementar, denota uma ambição para além da componente aeronavegabilidade, permitindo também acomodar a componente de desenvolvimento continuado, dando resposta às necessidades do cliente final, mas que, fundamentalmente, permitirá capacitar uma certificação de segurança operacional dos sistemas em exploração, incluindo a capacidade L16.

Esta investigação apresenta, contudo, três **limitações** a referir, ainda que lhe sejam alheias e não se edifiquem como condicionantes das mais-valias da condução da investigação.

Primeira, o facto de não ter sido possível contactar outras forças congéneres, de dimensão semelhante à FA, para perceber a forma como conduzem os seus processos de identificação e conversão de requisitos.

Segunda, por constrangimentos temporais, associados quer à investigação quer ao próprio calendário do Programa, não foi possível proceder a uma validação operacional da matriz proposta, pelo que esta deverá ser considerada como uma ferramenta em desenvolvimento passível de sofrer alterações e ajustes futuros.

Terceira, considerando que se demonstrou fundamental apurar requisitos L2 para uma definição adequada das funcionalidades a explorar no HMI, a ausência de doutrina resultou numa análise que se poderá considerar parcial. A investigação apenas permitiu comparar as necessidades dos operadores, não agregando o que a organização poderá antever considerar adequado para a exploração da capacidade no SA.

Relativamente a **estudos futuros**, decorrente do exposto, afigura-se pertinente aprofundar o conhecimento em duas grandes áreas:

Primeiro, esta investigação não contempla uma análise sobre como devem ser conduzidos os processos de implementação de capacidades na FA. Tais considerações devem por si constituir-se como objeto de estudo de outros trabalhos de investigação.



Devem, contudo, considerar qual o nível de rastreabilidade na documentação que se ambiciona para o desenvolvimento de um projeto num SA.

Adicionalmente, revela-se importante verificar, junto de outras forças congêneres com dimensão semelhante à FA, a forma como são conduzidos os processos de identificação de requisitos e a sua conversão em funcionalidades.

Um segundo horizonte de investigação prende-se com o desenvolvimento de software nos sistemas de defesa, com ênfase nos processos de garantia de segurança e de aeronavegabilidade; a identificação de uma autoridade responsável pela certificação de segurança operacional, ou o desenvolvimento e aplicabilidade de um *Safety Case* para estes SA, podem ser objetos de estudo a considerar.

Face ao exposto, como **recomendações de ordem prática**, resultado deste trabalho de investigação, consideram-se as seguintes recomendações:

CLAFA – Que no processo de implementação do SGQA considere os normativos elencados quanto ao processo de definição de requisitos.

EMFA/DIVOPS – Contemple o desenvolvimento de um CONOPS para SA KC390 assim como para a exploração dos TDL na FA, designadamente para a capacidade L16; ainda, que promova na estrutura da FA o desenvolvimento de um *System Design Document* (SDD)/SRS para os TDL, designadamente para a capacidade L16.



Referências bibliográficas

- ACCS Interface Working Group (AIWG). (2019). *AC/336(AIRC2-LCCB-AIWG)N(2019)0001 (INV) Revision of the Terms of Reference (TOR) of the AIWG*. Bruxelas. Bélgica: NATO HQ – AMDC.
- ACCS Interface Working Group (AIWG). (2020). *AIWG 2021 Link 16 Workshop Read-Ahead Whitepaper*. Bruxelas. Bélgica: NATO HQ – AMDC.
- ACCS Interface Working Group (AIWG). (2020A). *AIWG 2021 Link 16 Workshop - Message Implementation Specification - Options*. Bruxelas. Bélgica: NATO HQ – AMDC.
- Allied Command Operations (ACO). (2016). *Joint Concept of Employment for Tactical Data Links in NATO*. Mons. Bélgica:SHAPE.
- Bandeira, Diego. (2011). *Aplicação da Norma IEC 61508 em Sistemas Críticos* (Tese de Licenciatura em Ciência da Computação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Informática. Porto Alegre. Brasil.
- Chairman of the Joint Chiefs of Staff (CJCS). (2015) *Joint Capabilities Integration and Development System (JCIDS) – CJCS 3170.01I*. EUA: CJCS.
- Chefe de Estado-Maior da Força Aérea. (2019, 09 de abril). *Despacho N.º25/2019 CEMFA: Implementação da Reorganização da Estrutura Interna da Força Aérea (REIFA) – Anexo A – Parte 28: Estrutura Orgânica da Direção de Engenharia e Programas*. Alfragide: CEMFA.
- Chefe de Estado-Maior da Força Aérea. (2019A, 17 de junho). *Diretiva N.º 08/2019 CEMFA Planeamento Estratégico da Força Aérea 2019/2022*. Alfragide: CEMFA.
- Chefe de Estado-Maior da Força Aérea. (2020, 18 de março). *Diretiva N.º 03/2020 CEMFA Diretiva Operacional da Força Aérea para 2020*. Alfragide: CEMFA.
- Collins Aerospace. (2020). *KC-390 Link 16 JTIC Certification Process*. Apresentação em 08 de maio. Cedar Rapids. Iowa. EUA.
- Department of Defense (DoD). (2001). *Systems Engineering Fundamentals* Defense Acquisition University Press. Fort Belvoir. Virginia. EUA.
- Department of Defense (DoD). (2011). *JP 1-02, Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms*. Joint Doctrine and Education Division, Joint Doctrine Branch. Washington. EUA.
- Department of Defense (DoD). (2015). *DoD Instruction 5000.02, Operation of the Defense Acquisition System*. Washington. EUA.



- Decreto-Lei n.º 249/2015, de 28 de outubro. (2015). *Aprova a orgânica do ensino superior militar, consagrando as suas especificidades no contexto do ensino superior, e aprova o Estatuto do Instituto Universitário Militar*. Diário da República, 1.ª Série, 211, 9298-9311. Lisboa: Ministério da Defesa Nacional.
- Decreto-Lei n.º 431/2016, de 28 de outubro. (2016). *Regulamento para a Área da Manutenção, em Matéria de Aeronavegabilidade, no âmbito da Defesa Nacional*. Diário da República, 2.ª Série, 88, 14434-14451. Lisboa: Autoridade Aeronáutica Nacional.
- Direção de Manutenção de Sistemas de Armas (DMSA). (2020). *KC390 – Assinatura da LOA do FMS Case PT-P-LDO* (Informação n.º 743/2020). Alfragide: Programa KC390.
- European Defence Standards Reference System (EDSTAR). (2021, 29 de janeiro). *ISO 15288 Standard details*, [Página online]. Retirado de: <https://edstar.eda.europa.eu/Standards/Details/c7a12152-c7d1-4dad-b487-3cda77b5ab25>.
- European Defence Standards Reference System (EDSTAR). (2021A, 29 de janeiro). *ISO 29148 Standard details*, [Página online]. Retirado de: <https://edstar.eda.europa.eu/Standards/Details/d9a98ca6-aec6-4be4-9338-679a62497c72>.
- European Defence Standards Reference System (EDSTAR). (2021B, 29 de janeiro). *IEC 61508 Standard details*, [Página online]. Retirado de: <https://edstar.eda.europa.eu/Standards/Details/76ce4ef7-c887-4429-bf42-a8ac4fbd342d>.
- Embraer. (2018). *Contrato de Aquisição de Aeronaves KC-390 - Anexo I (Link 16)*.
- Embraer. (2018B). *Contrato de Aquisição de Aeronaves KC-390. Anexo II Requisitos Contrato (requisitos Link 16)*.
- Fachada, C. P. A. (2015). *O Piloto Aviador Militar: Traços Disposicionais, Características Adaptativas e História de Vida* (Tese de Doutoramento em Psicologia). Faculdade de Psicologia da Universidade de Lisboa [FPUL], Lisboa.
- Governo. (2020). *Conceito Estratégico de Defesa Nacional*. Disponível em: https://www.defesa.gov.pt/pt/comunicacao/documentos/Lists/PDEFINTER_DocumentoLookupList/10_Conceito-Estrategico-de-Defesa-Nacional.pdf



- International Council on Systems Engineering (INCOSE). (2015). Systems Engineering Handbook, Fourth ed., INCOSE-TP-2003-002-04.*
- International Eletrotechnical Commission (IEC). (2015). Functional Safety: Essencial to overall safety. Genebra. Suíça: IEC. Disponível em: <https://www.iec.ch/safety>*
- International Eletrotechnical Commission (IEC). (2019). IEC 61508-1: Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems - Part 1 : general requirements. IEC. Disponível em: <https://www.iec.ch/safety>*
- International Organization for Standardization (ISO). (2001). ISO/IEC 9126-1: Software engineering — Product quality — Part 1: Quality model. ISO/IEC. Disponível em: <https://www.iso.org/>*
- International Organization for Standardization (ISO). (2011). ISO 29148: Systems and software engineering — Life cycle processes — Requirements engineering. ISO/IEC/IEEE. Disponível em: <https://www.iso.org/>*
- International Organization for Standardization (ISO). (2015). NP EN ISO 9000: Sistemas de gestão da qualidade Fundamentos e vocabulário. Caparica. Portugal: Instituto Português da Qualidade. Disponível em: <https://www.iso.org/>*
- International Organization for Standardization (ISO). (2015A) ISO/IEC 15288: Systems and software engineering — System life cycle processes. ISO/IEC/IEEE. Disponível em: <https://www.iso.org/>*
- International Organization for Standardization (ISO). (2016) ISO/IEC 26551: Software And Systems Engineering — Tools And Methods For Product Line Requirements Engineering. ISO/IEC/IEEE. Disponível em: <https://www.iso.org/>*
- International Organization for Standardization (ISO). (2018) ISO/IEC/IEEE 29148: Systems and software engineering — Life cycle processes — Requirements engineering. ISO/IEC/IEEE. Disponível em: <https://www.iso.org/>*
- Knapp, Eric, Langil, Joel. (2015). Industrial Network Security (Second Edition). Syngress. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/book/9780124201149/industrial-network-security>*
- Kossiakoff, A., N. Sweet. (2003). Systems Engineering Principles and Practices. John Wiley & Sons. Hoboken. Nova .Jersey. EUA.*
- Ministério da Defesa Nacional (MDN) Despacho n.º 11861/2019, de 13 de dezembro. (2019). Cria a Missão de Acompanhamento e Fiscalização (MAF) do Programa KC-*



390. Diário da República, 2.^a Série, 240, 93-95. Lisboa: Gabinete do Ministro da Defesa Nacional.
- Ministério da Defesa Nacional (MDN) Despacho n.º 956/2020, de 23 de janeiro. (2020). *Programa KC-390 — autorização de aquisição de terminais MIDS JTRS*. Diário da República, 2.^a Série, 16, 1981-1995. Lisboa: Gabinete do Ministro da Defesa Nacional.
- The MITRE Corporation (MITRE). (2014). *Systems Engineering Guide*. Bedford. EUA.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2021, 28 de janeiro). *NASA Systems Engineering Handbook*. [Página online, atualizada em 11 de dezembro de 2019]. Retirado de: <https://www.nasa.gov/seh/index.html>
- NATO Standardization Office (NSO). (2009). *STANAG 5516: Tactical Data Exchange -Link 16 Edition 5*. NSO. Bruxelas. Bélgica.
- NATO Standardization Office (NSO). (2019). *STANAG 5516: Tactical Data Exchange -Link 16 Edition 8*. NSO. Bruxelas. Bélgica.
- NATO Standardization Office (NSO). (2019A). *ATDLP-5.16: Tactical Data Exchange -Link 16 Edition B Version 1*. NSO. Bruxelas. Bélgica.
- NATO Standardization Office (NSO). (2020). *AAP-06: NATO Glossary of Terms and Definitions*. NSO. Bruxelas. Bélgica.
- Resolução da Assembleia da República n.º 68/2009, de 05 de agosto. (2009). *Aprova o Acordo entre a República Portuguesa e a República Federativa do Brasil sobre Cooperação no Domínio da Defesa, assinado no Porto em 13 de Outubro de 2005*. Diário da República, 1.^a Série, 150, 5080-5082. Lisboa: Assembleia da República.
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 78/2010, de 12 de outubro. (2010). *Declara o interesse de Portugal em participar no programa de desenvolvimento e produção da aeronave de transporte multiusos KC-390 e determina que as negociações conducentes à participação de Portugal neste programa sejam dirigidas pelo Ministro da Defesa Nacional*. Diário da República, 1.^a Série, 198, 4456. Lisboa: Presidência do Conselho de Ministros.
- Rockwell Collins. (2017). *KC-390 Link 16 Message Implementation for the Portuguese Air Force*. Apresentação no EMFA em 2017. Cedar Rapids. Iowa. EUA.
- Santos, L.A.B., & Lima, J.M.M. (Coord.) (2019). *Orientações metodológicas para a elaboração de trabalhos de investigação* (2.^a ed., revista e atualizada). Cadernos do IUM, 8. Lisboa: Instituto Universitário Militar.



- Serviço de Documentação da Força Aérea (SDFA). (2011). *RFA 303-2 (A): Organização E Normas De Funcionamento do Estado-Maior da Força Aérea*. Alfragide: VCEMFA.
- Serviço de Documentação da Força Aérea (SDFA). (2013). *RFA 303-4(A): Organização e Normas de Funcionamento do Comando da Logística da Força Aérea*. Alfragide: VCEMFA.
- Serviço de Documentação da Força Aérea (SDFA). (2013A). *RFA 400-1: Regulamento do Sistema de Gestão da Qualidade e Aeronavegabilidade*. Alfragide: VCEMFA.
- Serviço de Documentação da Força Aérea (SDFA). (2020). *RFA 391-2: Aprovação da Estratégia da Força Aérea para os Tactical Data Links (2020-2030) - GABCEMFA 9133*. Alfragide: EMFA.
- Sprinthall, N, Sprinthall, R. (1993). *Psicologia educacional*. McGraw-Hill. Lisboa.



Apêndice A — Corpo de Conceitos

Face ao seu contexto, o desenvolvimento deste TII teve como base um conjunto de conceitos estruturantes que se apresentam⁴ de seguida:

Capacidade - O conjunto de elementos que se articulam de forma harmoniosa e complementar, que contribuem para a realização de um conjunto de tarefas operacionais ou efeito que é necessário atingir, englobando componentes de Doutrina, Organização, Treino, Material, Liderança, Pessoal, Infraestruturas e Interoperabilidade (DOTMLPII), entre outras (JI 1-02, 2011).

Capacidades L16 (HMI) - *“Capabilities are defined where they are necessary to ensure interoperability between Link 16 platforms. The HMI capabilities defined include the type of data input, initiation of events, operator alerts and the severity of the alerts, and where provision for display to an operator is required”* (NSO, 2019A, p. 75).

Compatibilidade – *“The suitability of products, processes or services for use together under specific conditions to fulfill relevant requirements without causing unacceptable interactions”*. (NSO, 2020)

Funcionalidades L16 - *“The set of Link 16 exchange requirements specified to be implemented to satisfy a generic platform function”* (NSO, 2019A, p. 100). Devem ser consideradas em duas dimensões: C2 *generic platform functions* e em NonC2 *generic platform functions* (NSO, 2019A).

Human Machine Interface (HMI) - *“HMI replace manually activated switches, dials, and other controls with graphical representations of the control process and digital controls to influence that process”* (Knapp, 2015, P. 93).

Interoperabilidade – Capacidade de organizações militares, de diferentes nacionalidades, ramos ou ambos, conduzirem operações conjuntas (Adaptado de NATO, 2006). *“The ability to exchange data in a prescribed manner and the processing of such data to extract intelligible information which can be used to control/coordinate operations”* (NSO, 2019A, P. 146).

Link 16. *“A secure, jam resistant, nodeless data link which utilizes the Multifunctional Information Distribution System (MIDS), and the protocols, conventions, and fixed word message formats defined by STANAG 5516 Annex B.”*(STANAG 5516 Ed.5, 2009, p. 5521).

⁴ Por questões de aptidão de vocabulário, quando adequado, optou-se por manter a nomeação do conceito no idioma original da referência.



Modelo de Qualidade – Conjunto de normas ou parâmetros definidos com o objetivo de padronizar a avaliação da qualidade de SW (adaptado de ISO/IEC 9126, 2001). Este conceito enquadra-se no modelo de qualidade das normas da família ISO/IEC 9000.

Processamento da Informação – Processo pelo qual se altera ou converte os dados recebidos, identificando e organizando as suas características, de modo a se lhe atribuir significado (adaptado de Sprinthall e Sprinthall, 1993).

Tactical Data Link (TDL) - Consiste num meio digital, que permite a transmissão de informação entre duas ou mais plataformas, que transporta informação tática em tempo quase real, concorrendo para a tomada de decisão numa situação operacional (SDFA, 2020).



Apêndice B — Requisitos

A Figura 9 reflete as características fundamentais para uma formulação adequada de um requisito:

Atributos de um Requisito bem formulado

- **Deve ser alcançável:** Deve refletir a necessidade ou objetivo para o qual uma solução é tecnicamente alcançável e conforme uma estimativa de custos considerada acessível.
- **Deve ser verificável:** O desempenho esperado e a utilidade funcional deve ser expressa de uma maneira que permita a sua verificação objetiva, referencialmente por via de um método quantitativo.
- **Deve ser inequívoco:** Deve refletir apenas um significado possível.
- **Deve ser completo:** Deve conter as informações necessárias à compreensão da necessidade do Cliente, i.e., todos os perfis de missão, conceitos de operação e manutenção, ambiente e constrangimentos operacionais.
- **Deve ser expresso em termos de necessidade:** Deve abordar o “porquê” e “o quê” da necessidade, não como fazer ou qual a solução a implementar.
- **Deve ser consistente com outros requisitos:** Os conflitos devem ser resolvidos com antecedência.
- **Deve ser apropriado:** Deverá ter o nível de detalhe suficiente de modo a não restringir soluções em conformidade com o nível atual de Projeto.

Figura 9 – Características Fundamentais de um Requisito

Fonte: Autor (2020) (baseado em MITRE, 2004 e Figueiredo, 2020).

Os requisitos podem ser categorizados de formas variadas. A figura 10 especifica uma categorização que é comumente utilizada na gestão técnica de requisitos:

Requisitos do Cliente

- São os factos e as suposições que definem as expectativas para o sistema em termos de objetivos de missão, ambiente, restrições e medidas de eficácia e adequação. Incluem-se nesta tipologia os requisitos operacionais que vão definir as necessidades básicas a obter.

Requisitos Funcionais

- O conjunto de tarefas, ações ou atividades que devem ser realizadas. Os requisitos funcionais identificados durante a análise de requisitos (“aquilo que deve ser feito”), serão as funções de referência base para a análise funcional do Sistema.

Requisitos de Performance

- Define o alcance de até onde uma missão ou função deve ser executada pelo Sistema em desenvolvimento. É geralmente medido em termos de quantidade, qualidade, cobertura, oportunidade ou prontidão. Durante a análise de requisitos, os requisitos de desempenho (quão bem deve ser feito) serão desenvolvidos de forma interativa entre todas as funções identificadas com base nos fatores do ciclo de vida do sistema; e caracterizada em termos do grau de certeza da sua estimativa, o grau de criticidade para o sucesso do sistema e sua relação com outros requisitos.

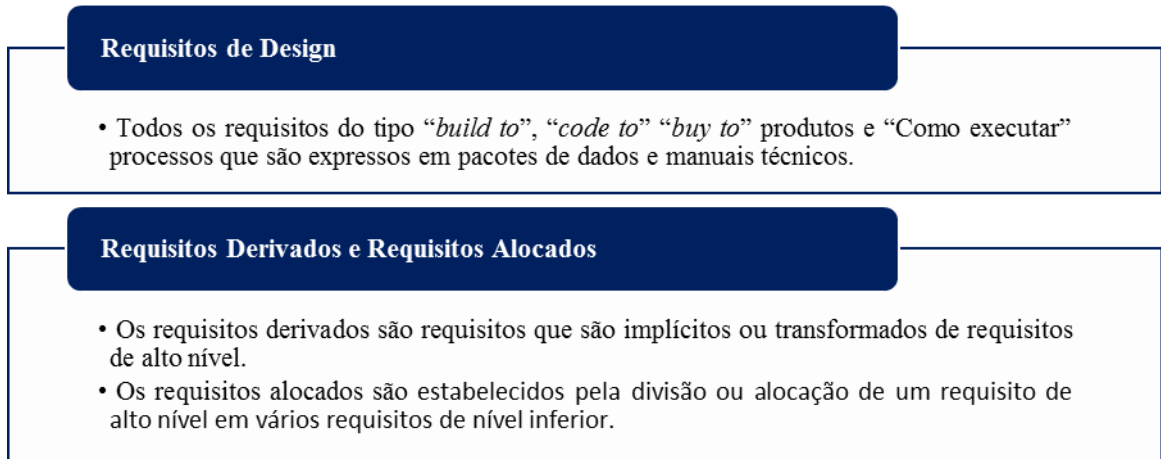
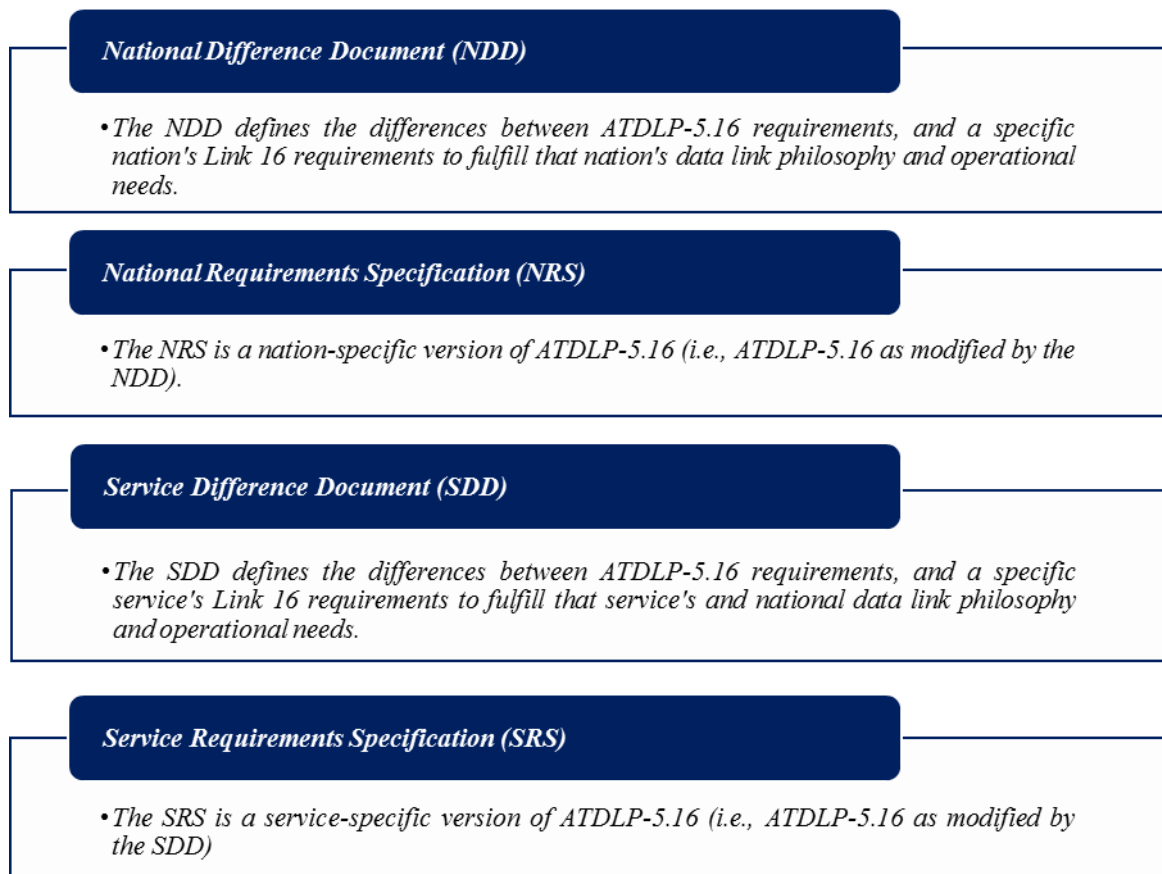


Figura 10 – Tipologia de Requisitos

Fonte: Autor (2020) (baseado em DoD, 2001).

A Figura 11 identifica os tipos de documentos que, de acordo com o ATDLP-5.16 (2019), requisitos permitem elencar os requisitos L16 a implementar além dos indicados no standard NATO.



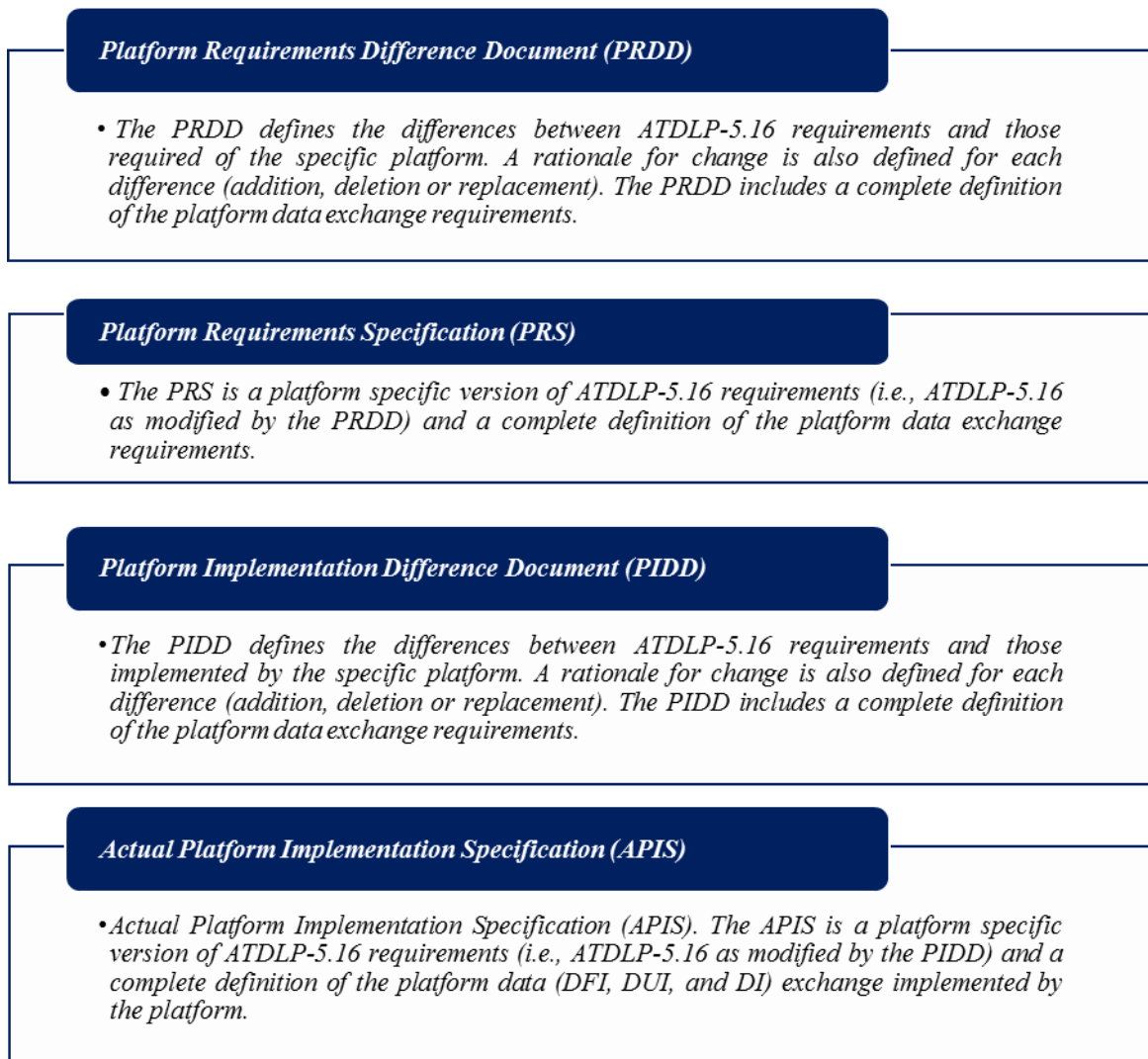


Figura 11 – Tipologia de Documentação de Definição de Requisitos

Fonte: ATDLP-5.16 (2019, PP. 2-7 a 2-10).



Apêndice C — Guiões e Transcrição das Entrevistas Semiestruturadas

Guião e Respostas

Entrevistas Exploratórias

P1: Com base na sua experiência, em sede de implementação de uma capacidade, como deverá ocorrer o processo de transformação dos requisitos operacionais identificados em requisitos técnicos?

MF: Antes de mais, importa fazer um ponto prévio e clarificar que a edificação ou a supressão de lacunas das capacidades militares do Sistema de Forças (SF) nacional deverá observar as prioridades definidas na Diretiva Ministerial de Planeamento de Defesa Militar, tendo em atenção o Ciclo de Planeamento de Defesa Militar (CPDM), e a articulação com o ciclo de planeamento da NATO e com o Processo de Desenvolvimento de Capacidades da União Europeia (UE). De acordo com a Diretiva Ministerial de Planeamento de Defesa Militar, “as capacidades militares deverão ser otimizadas e articuladas, por forma a permitirem a necessária prontidão, interoperabilidade e capacidade de resposta” nos cenários identificados, i.e. “Projeção de forças para participação em missões no âmbito da Segurança Cooperativa ou de Defesa Coletiva”, “Vigilância e controlo dos espaços de soberania e sob jurisdição nacional” e “Resposta a emergências complexas, designadamente em situações de catástrofe ou calamidade”. Como tal, aconselha-se que a definição de requisitos para a edificação ou a supressão de lacunas de uma qualquer capacidade tenha em consideração a articulação com o ciclo de planeamento da NATO e com o Processo de Desenvolvimento de Capacidades da UE e utilize como guia a metodologia DOTMLPFI (Doctrine, Organisation, Training, Materiel, Leadership / Personnel, Facilities, Interoperability), bem conhecida da NATO. Quanto ao “processo de transformação dos requisitos operacionais identificados em requisitos técnicos”, advogo a utilização da norma ISO/IEC/IEEE 29148:2018(E), de modo a garantir que as intenções de todas as partes interessadas (stakeholders), e não apenas os requisitos operacionais, são corretamente capturados e transformados num conjunto de requisitos de sistema e descrição de processos, gerando informação útil para a tomada de decisão e constituindo um input para a fase de desenvolvimento do projeto. De acordo com esta norma, o resultado da engenharia de requisitos deverá desenvolver um conjunto hierarquizado de requisitos que:

- Permitam um claro entendimento entre todos os stakeholders, tais como patrocinadores, compradores, utilizadores/operadores e fornecedores;
- Possam ser implementados e validados;
- Forneçam uma base sólida para verificação dos desenhos e aceitação das soluções. A definição de requisitos começa com a identificação das intenções dos stakeholders (habitualmente referidas como necessidades, metas ou objetivos), que evoluem para declarações mais formais antes de serem definidos como requisitos válidos. Na maioria das vezes as intenções iniciais dos stakeholders não servem como requisitos formais, uma vez que lhes falta definição, análise e possivelmente consistência e exequibilidade. Um requisito bem formulado:
- Pode ser verificado;
- Tem que ser cumprido pelo “sistema” para atender às intenções dos stakeholders;
- É qualificado por condições passíveis de medida e limitado por constrangimentos;
- Define a performance ou a capacidade do “sistema”. Requisitos bem escritos capturam as expectativas dos stakeholders, fornecem uma base de entendimento comum dos produtos requeridos e das características de qualidade que estes devem cumprir, aumentando também a probabilidade de sucesso do projeto.

AC: Baseado na minha experiência e tendo como referência os projetos em que participei ou liderei, o processo de transformação dos requisitos operacionais em requisitos técnicos é algo que na prática não existe. A entidade/organização que vai implementar a capacidade define os “Requisitos” que são a soma dos requisitos operacionais, técnicos, de segurança, safety, logística e outros. Estes requisitos devem especificar o que tem que ser feito e não como deve ser feito. Estes requisitos são parte integrante de um contrato ou projecto e são vão ser a base de trabalho do Contratante ou da equipa de desenvolvimento do projecto para fazer o bid (caso do Contratante) ou o high level de uma proposta de solução (caso da equipa de desenvolvimento). Para a elaboração da solução técnica o contratante ou equipa de desenvolvimento vai fazer a análise dos requisitos e negocia-los com o Cliente para que seja feito um bom entendimento dos mesmos. Este processo tem em vista detetar falhas, redundâncias, requisitos incompletos ou requisitos irrealis tendo em vista identificar os requisitos que são realmente necessários ao desenvolvimento do sistema e às necessidades dos clientes. Este trabalho não é feito em sede de implementação da capacidade, mas deve ser acompanhado de perto pelo cliente e requer pessoas qualificadas para poder discutir e argumentar e verificar se os requisitos foram entendidos pelo Contratante. Para esta análise o Contratante ou equipa de desenvolvimento recorre a vários métodos tais como: check-lists (listas com questões que o analista pode fazer para entender verdadeiramente o requisito), matrizes, protótipos e reuniões (workshops técnicos). No final, o uso de um ou conjunto de métodos permite obter a lista de inconsistências que terão que ser negociadas ou fazer com que o requisito seja revisto. As reuniões é o método mais usado e eficaz de negociação e resolução de conflitos entre requisitos. Normalmente nestas discussões o Contratante ou equipa de desenvolvimento explica os problemas que podem existir nos requisitos, após o que as partes discutem como resolver os problemas e no final é apresentada a resolução e são tomadas as medidas necessárias. Em grandes contratos, esta fase de análise e negociação termina normalmente com a elaboração da BD de requisitos (Requirements DB) e a realização de uma Milestone review denominada Requirements Analysis Review (RAR) de onde sai o RAR report com as conclusões e a definição dos requisitos aprovados estes que já estão clarificados e entendidos. Após esta fase é definida uma das primeiras baselines e poder-se-á dar início à fase de Desenho. Após esta discussão os requisitos finais devem exprimir um compromisso. Após a análise de requisitos e tendo como input os “Requisitos” aprovados o contratante ou equipa de desenvolvimento poderá dar início ao desenho da solução técnica. Como conclusão diria que existe uma tendência para confundir requisitos com soluções técnicas ainda na conversão de requisitos de operacionais para técnicos. A minha experiência diz que há “Requisitos” que são os requisitos do sistema (operacionais, técnicos, etc) que são apresentados ao Contratante e depois tem que ser refinados, entendidos e aprovados pelas partes. Não há portanto requisitos que depois são transformados. Não compete à sede de implementação da capacidade fazer a análise dos Requisitos, mas sim contribuir durante a negociação e aprovar os requisitos final.



Guião e Respostas

Entrevistas Exploratórias

P2: Na sua opinião, qual a finalidade do desenvolvimento de documentos tais como o System Design Description (SDD)? Que fases devem ser acauteladas em sede de projeto para este processo?

MF: O Department of Defense (DoD) dos Estados Unidos da América (EUA), conjuntamente com a indústria de Defesa, verificou que a aplicação de processos e práticas de Engenharia de Sistemas ao longo do ciclo de vida dos sistemas melhora significativamente a performance dos projetos, tendo como referência a satisfação dos requisitos técnicos, dentro dos critérios de qualidade, custo e tempo. Ao longo das últimas décadas assistimos a uma verdadeira revolução das normas de Engenharia de Sistemas, que coincidiu com o progressivo abandono, a partir de 1994, das normas estritamente militares (MIL-STD) em prol do uso de normas comerciais ou industriais (ISO, IEEE, EIA, etc), internacionalmente aceites. Nesse sentido, o DoD dos EUA adotou voluntariamente a norma ISO/IEC/IEEE 15288, “Systems and Software Engineering—System Life Cycle Processes”, como referência a usar nos projetos de aquisição da Defesa. Esta norma estabelece um quadro de processos normalizados para descrever o ciclo de vida dos sistemas e um conjunto de processos de Engenharia de Sistemas para todas as fases do ciclo de vida dos sistemas, i.e. Conceção, Desenvolvimento, Produção, Utilização, Suporte e Abate. O DoD dos EUA também adotou as extensões desta norma, i.e. a IEEE 15288.1, “Standard for the Application of Systems Engineering on Defense Programs,” e a IEEE 15288.2, “Standard for Technical Reviews and Audits on Defense Programs,” que define os requisitos para os processos de Engenharia de Sistemas, revisões técnicas (e.g. PDR, CDR), e auditorias (e.g. FCA, PCA) para projetos da Defesa. Ao nível europeu, a norma ISO/IEC/IEEE 15288 aparece também referenciada na base de dados European Defence Standards Reference System (EDSTAR), mantida pela Agência Europeia de Defesa. Na entrada relativa a esta norma é referido que a norma ISO/IEC/IEEE 15288 “is the standard used worldwide for systems engineering. It is the basis of the handbook of the International Council on Systems Engineering (INCOSSE) and is referred to in NATO documents like AAP-20 “NATO programme management framework” and AAP-48 NATO Life Cycle Stages and Processes.” Feito este ponto prévio, e tentando responder à questão colocada, verifica-se que o documento referido como System Design Description (SDD) parece corresponder ao System/Subsystem Design Description (SSDD) preconizado pelo MIL-STD-498, aplicável à fase de Design, que se enquadra na fase de Desenvolvimento do ciclo de vida dos sistemas. O MIL-STD-498 foi a referência usada nas várias fases do projeto POACCS, no entanto, como pode ser verificado na Figura 1, é uma norma que já não está em vigor e foi substituída pela referência mais recente acima identificada (ISO/IEC/IEEE 15288). Na verdade, o MIL-STD-498 foi a base a partir da qual a ISO e a IEEE desenvolveram as atuais normas. Da mesma forma, contém muito do material que foi posteriormente agregado na primeira edição Project Management Body of Knowledge (PMBOK), que data de 1996, aquando da profissionalização da Gestão de Projetos. Apesar disso, os modelos existentes no MIL-STD-498 continuam a ser úteis e em alguns casos podem servir o propósito para o qual foram criados. Na verdade, do ponto de vista prático, oferecem modelos estruturados que podem ser facilmente ajustados às necessidades específicas de cada projeto e apresentam a vantagem de estarem disponíveis gratuitamente, ao contrário das normas mais recentes que necessitam de ser adquiridas. Contudo aconselha-se a utilização das normas mais recentes (ISO/IEC/IEEE 15288 e respetivas extensões aplicáveis à Defesa), em detrimento das normas já descontinuadas. A aplicação destes normativos ao nível das aquisições da Defesa nacional é ainda muito residual. Que eu tenha conhecimento não existe nenhuma diretiva nacional que aconselhe a utilização destas normas nos programas de aquisição da Defesa. Na ausência desta, preconiza-se a utilização do documento do DoD dos EUA “Best Practices for Using Systems Engineering Standards (ISO/IEC/IEEE 15288, IEEE 15288.1, and IEEE 15288.2) on Contracts for Department of Defense Acquisition Programs”, como referência. Este documento apresenta conselhos para adaptação dos processos previstos na norma às necessidades de cada projeto, uma vez que os benefícios de aplicação dependem muito das características de cada projeto (e.g. pode ser aplicada a norma na definição dos processos técnicos (definição de conceito, definição de desenho, etc) e optar por seguir uma metodologia de gestão de projetos (e.g. PRINCE2) para os processos de gestão técnica). Por último, as fases de cada projeto dependem muito das características do projeto. Na maioria dos casos, no âmbito dos programas de aquisição de Defesa, a fase de desenho do sistema fica a cargo do fornecedor, pelo que a elaboração do SDD, ou equivalente, é da sua responsabilidade. À entidade adjudicante compete essencialmente preparar o Caderno de Encargos que acompanha o pedido de proposta, e inclui os requisitos legais e técnicos que o fornecedor deve cumprir, e após a assinatura do contrato, assegurar a supervisão da execução técnica, incluindo os testes de aceitação. Em termos de ciclo de vida dos sistemas, a entidade adjudicante atua na fase inicial de Conceção e nas fases de Utilização, Suporte e Abate. O fornecedor é responsável pela fase final de Conceção, tendo como base os requisitos de alto nível incluídos no Caderno de Encargos, e nas fases de Desenvolvimento e Produção, que termina com os testes de aceitação que são, por norma, executados conjuntamente com a entidade adjudicante.

AC: O SDD não é um documento de requisitos (não tem requisitos). A finalidade de um documento como o SDD é colecionar a informação que provém dos documentos com os requisitos já aprovados e transformá-los numa forma utilizável, que facilite o desenho de uma solução técnica incluindo a manutenção, operação e treino. Este documento é importante pois vai descrever como o Contratante concebeu o desenho de todo o sistema ou subsistema e a arquitetura desse sistema ou subsistema e como tomou as decisões para a concepção do sistema tendo como referência os Requisitos. Este documento descreve a arquitetura do Sistema, os seus componentes e os seus interfaces em detalhe. Importante no conteúdo deste documento é uma matrix de relação entre cada componente do sistema e os requisitos do sistema alocados para esse componente e outra matrix entre cada requisito do sistema com o componente em que este requisito é referenciado. É, pois, um documento muito importante na fase de desenho e um valioso input para as milestones reviews de desenho tais como PDR e CDR. Este documento é desenvolvido pelo Contratante ou equipa de desenvolvimento e não pela equipa de sede de projecto. Em sede de projecto devem ser acauteladas as fases da revisão na qual devem ser providenciados comentários/correções e a fase de rejeição/aprovação do documento. Deve também acautelado a participação activa nas milestones de Desenho (SDR/PDR/CDR) onde estes documentos são apresentados e onde o Contratante vais propor o desenho e este vai ser discutido para ser aprovado.



Guião e Respostas	
Entrevistas Exploratórias	<p>P3: Que limitações e vantagens devem ser consideradas, em sede de projeto, neste processo de desenvolvimento?</p> <p>MF: Conforme referido anteriormente, a aplicação de processos e práticas de Engenharia de Sistemas ao longo do ciclo de vida dos sistemas melhora significativamente a performance dos projetos, potenciando a satisfação dos requisitos técnicos, dentro dos critérios de qualidade, custo e tempo. A definição de requisitos é determinante, uma vez que requisitos bem escritos capturam as expectativas dos stakeholders, fornecem uma base de entendimento comum dos produtos requeridos e das características de qualidade que estes devem cumprir, aumentando também a probabilidade de sucesso do projeto. Por este motivo, aconselha-se a utilização da metodologia DOTMLPFI em conjunto com a norma ISO/IEC/IEEE 29148:2018(E), para uma correta definição dos requisitos a incluir no Caderno de Encargos. No entanto, a aplicação dos normativos de Engenharia de Sistemas deve ser criteriosa e vista caso a caso, uma vez que cada projeto tem especificidades distintas. Não há uma receita que dê para todos os projetos. A aplicação “cega” das normas pode ter o efeito perverso de criar uma “montanha” de documentação que terá impacto no custo e tempo de execução do projeto, chegando-se muitas vezes à conclusão de que grande parte da documentação desenvolvida não terá qualquer utilidade nas fases de Utilização, Suporte e Abate dos sistemas. Por isso, é necessário haver um especial cuidado na utilização das normas, adaptando as exigências ao grau de complexidade do projeto. Para esse efeito, o documento do DoD dos EUA “Best Practices for Using Systems Engineering Standards (ISO/IEC/IEEE 15288, IEEE 15288.1, and IEEE 15288.2) on Contracts for Department of Defense Acquisition Programs”, fornece uma excelente referência que, à falta de diretivas nacionais, pode ajudar a uma utilização adequada das normas. É também aconselhada a utilização conjunta de uma metodologia de gestão de projetos (e.g. PRINCE2, que é também utilizada pela NCIA) para a gestão dos processos de gestão técnica (e.g. planeamento do projeto, gestão do risco, gestão da configuração, etc). A aplicação de normativos internacionais e metodologias de gestão de projetos potencia o cumprimento dos objetivos dos projetos dentro das metas de performance de tempo, custo, qualidade, âmbito, benefícios e risco. No entanto, para que tal possa ser possível, é essencial que exista um claro suporte da organização a estas práticas, que exigem não só a aquisição das normas mas também a formação dos recursos humanos envolvidos na gestão dos programas de aquisição da Defesa. AC: A equipa em sede de projecto não tem influência nem participação activa no desenvolvimento do documento (SDD) pois este é produzido/desenvolvido pelo Contratante ou equipa de desenvolvimento. Será uma vantagem se em sede de projecto existirem pessoas com know-how não só do projecto em causa, seus requisitos e interfaces e ainda de tudo o que o rodeia e nele possa interferir, mas também que estas pessoas possuam conhecimentos de gestão de projectos, metodologias e principalmente a metodologia adaptada ao projecto em causa. Será ainda vantajoso que os seus elementos participem activamente na revisão deste documento e verificar se o mesmo inclui todos os elementos conforme definido nos requisitos, providenciem comentários e rejeitem ou aprovem o documento. Para isto será uma vantagem se as pessoas que participam nesta revisão forem conhecedores não só do processo de revisão mas também do conteúdo e formato de um documento deste tipo e principalmente ser conhecedor do sistema a ser implementado e dos Requisitos do mesmo. Devem ter conhecimento das interfaces mencionados no documento e das suas características para poder julgar se o contratante está a interpretar bem os requisitos e a fazer uma correcta transformação e implementação destes na solução técnica. Será ainda vantajoso uma participação nas milstones de desenho (SDR/PDR/CDR) para poder ter uma voz activa na aprovação do desenho da solução técnica. As desvantagens quando existem, relacionam-se com o facto de em sede de projecto não ter elementos com as valências necessárias que lhes permita ter uma “voz” e intervenção activa nos processos acima referidos o que provoca que as decisões sejam tomadas sem haver um juízo critico levando assim a que erros não detectados no desenho se reflitam no desenvolvimento e implementação e que para a sua solução seja necessário usar fundos não previstos.</p>
Normativo de Qualidade	<p>P1: No âmbito da qualidade, existe alguma norma para a Força Aérea no que à implementação de projetos diz respeito? PES: Creio que não, apenas informação genérica que cada gestor adapta função das necessidades PS: Não, presentemente a FA não é certificada quanto à realização de projetos de engenharia. O LEMP, o Lab. Psicometria Informatizada e Lab. Solos e Pavimentos estão acreditados na Norma 17025. O Sistema de Gestão da Qualidade e Aeronavegabilidade (SGQA), segue o normativo ISO 9001, mas não está acreditado, funciona apenas como referência. Pretende-se com o SGQA criar uma estrutura normativa que no futuro próximo permita à FA demonstrar o cumprimento dos requisitos de qualidade e aeronavegabilidade exigidos pelos Regulamentos PMAR (Publicação Nacional dos EMAR).</p> <p>P2: No âmbito do desenvolvimento de Software na FA: P2.1: Existe algum método de trabalho preconizado ou algum normativo a seguir?</p> <p>PES: Inexistente, grande lacuna na FA PS: Existem os Normativos da família ISO 9000 (nomeadamente ISO 9000-3) e ISO 14598 mas não creio serem seguido pela FA, mas esta não é uma área que seja do meu domínio, por nunca ter estado colocado na DCSI. O SGQA tem o seu âmbito restrito à manutenção aeronáutica, não sendo aplicado ao desenvolvimento do software das aplicações da FA.</p> <p>P2.2: E para os sistemas de armas? PES: Idem (Inexistente, grande lacuna na FA). PS: Que eu tenha conhecimento, não. No futuro deverá ser observado o extipulado nos Regulamentos PMAR, que obrigam à existência de um sistema da qualidade. O SGQA será essa referência, através dos normativos em desenvolvimento, que como foi referido já têm como base referencial a ISO 9001.</p> <p>P3: Qual o processo utilizado desde que é identificada uma necessidade, passando pela identificação de requisitos, até a entrega do produto final ao cliente? P3.1: Na qualidade? PES: Processo iterativo de tentativa e erro. PS: De forma sucinta, na RGQA, quando é identificada uma necessidade, vai ser feito o levantamento do processo existente, caso ele exista de forma formal ou informal. Dentro do âmbito do SGQA esse processo deverá estar inscrito dentro de um dos dez macroprocessos identificados. Depois segue-se a metodologia interna para o desenvolvimento de normas e procedimentos em quatro fases: - Preparação, em que se identifica a equipa que vai colaborar nesse processo de desenvolvimento, prepara-se alguma formação se isso for necessário e é definido o objetivo do processo a ser desenvolvido; - Ação, é caracterizada a situação atual, são identificadas as melhorias a incorporar no processo, é documentado o processo, e é feita a apresentação do processo aos interessados/destinatários do mesmo; - Seguimento, durante a fase inicial de implementação do processo irão surgir problemas que deverão ser resolvidos e documentados, até que o processo tenha a sua aprovação formal; - Auditorias, no seguimento e de acordo com o PDCA, esta fase permite aferir do bom funcionamento do processo e eventualmente fazer melhorias ao mesmo, identificando e tratando as não conformidades que possam surgir. P3.2: Na DEP? PES: É elaborado um A3, com base na metodologia PDCA, no sentido de garantir coerência e abrangência de todas as áreas a envolver. PS: Quando uma proposta de projeto chega à DEP ela é avaliada em termos de mão de obra necessária, disponibilidade da mesma e tempo de execução. É assumido que o financiamento existirá. Existindo requisitos operacionais do cliente, são elaborados os requisitos técnicos e eventualmente elaborado um RFI (Request For Information) para avaliar o que o mercado tem para oferecer e a que custo. Com os requisitos operacionais e técnicos fechados tendo em consideração o que há no mercado e o financiamento disponível é elaborado um caderno de encargos que é colocado a concurso. Se o projeto for realizado internamente haverá uma fase de projeto (O que fazer, como fazer, atividades e responsáveis, plano a ação/execução, etc), fase de implementação e de testes, até se atingir o produto final a entregar ao cliente. Não há ainda especificamente um normativo definido e que siga um processo da qualidade. P3.3: Na FA? PES: Usualmente um memorando ou uma informação, com base em hipóteses, teste à hipótese e avaliação de possíveis soluções. PS: Não creio estar definido um processo para a FAP, o modelo varia consoante o comando. É muito comum definir grupos de trabalho para realizar projetos na FA. Deveria ser feito um plano para o ciclo de vida do produto!</p> <p>P4: No âmbito de implementação de projetos existe alguma Norma ou processo de qualidade associado ao processo de “conversão” de requisitos (operacionais e/ou técnicos) em funcionalidades? PES: Norma propriamente diria que não existe, apenas informação tácita na organização PS: Não tenho conhecimento fora das normas da família ISO 9000. No âmbito do SGQA está a implementar-se normativos nesse sentido, mas ainda não há uma norma definida.</p> <p>P5: Em que fases do Ciclo de Vida dos SA é que considera poder ter impacto a implementação de um normativo/processo de qualidade? De que forma? PES: Na fase inicial em que se deve delinear em todas as vertentes a implementar, quais os objetivos a alcançar e com base nesses objetivos a criação do respetivo plano para o alcançar. PS: Desde o planeamento até ao abate! O processo deve ser desenvolvido para todo o ciclo de vida, desde definição dos requisitos, aquisição, testes, avaliação da segurança, entrada em serviço, manutenção e operação, fase out, abate/alienação. Para isso deverão ser desenvolvidos processos internos para cada fase da vida do produto, o que ainda não existe.</p> <p>P6: A qualidade tem um papel interventivo nos projetos conduzidos na DEP? E na FA? Considera que deveria ter, face ao seu papel de “idoneidade” no processo? PES: A qualidade tem alguma presença, mas importa aprofundar a sua utilização na garantia de melhores resultados em termos de produção de bens ou serviços, com mecanismo de avaliação independente. PS: A qualidade está a afirmar-se na DEP e no CLAFa, mas ainda só no âmbito das atividades ligadas às aeronaves, nomeadamente gestão e manutenção. De uma forma geral na FA não há ainda uma cultura da qualidade, enquanto processo. Não existem processos definidos de acordo com os normativos da qualidade para a globalidade das atividades da FA, nem há uma entidade supervisora da qualidade, enquanto tal. A IGFA, que poderia ter também essa função, está focada na regulamentação existente, alguma da qual desatualizada, e por vezes incoerente face à evolução tecnológica e legal, o que é uma limitação. Em minha opinião deveria ao nível do CEMFA existir uma estrutura que para toda a FA definisse o normativo aplicável em todas as áreas.</p>



Guião e Respostas

NCIA

P1: Based upon your professional experience, concerning Link 16 functionalities, how does the process of requirement conversion towards a system design is accomplished?

KR: This answer depends if you are starting from a blank piece of paper or whether you are trying to incorporate Link 16 into an existing design. When starting from a blank piece of paper, the design is not constrained by existing components (or both the data link processor and the HMI). Requirements can then be captured in a requirements tool and checked for consistency. The requirements need to differentiate between the system requirements and the software requirements (which will be constrained by the version of the Stanag being used). The process will follow the steps for requirement decomposition and once the analysis is complete a study can be performed to see if existing components can satisfy part of the requirements definition (software re-use). Examples of re-use of existing components can be found in the adaptation of HMI software, data link engine and recording software. The re-use of software components can remove risk from a project, but this comes at a price. The design of a system can be compromised in order to accommodate the interfaces of the components being re-used. For an existing system, the incorporation of new Link 16 functionality is derived from user requirements that are then translated into modified design components. The new requirements may trigger updates to existing design components, or may in fact generate new design components. New Link 16 requirements trigger the following design changes : 1) Update to the message processing. 2) Update to the Object definitions and object metadata. 3) Update of data structures. 4) Update to the data link engine (forwarding and cross forwarding). 5) Update to the recording functionality. 6) Update to the HMI. When new requirements are received, the impact on the above is considered. Each of the above areas requires their own changes in their design and the design changes are separated out. Separating the design changes out allows different teams to concentrate in different areas of the design. Separating the design changes out also allows for a functional approach to the testing of the requirements implementation.

P2: Based upon the NCIA CSI Section SW development process, how does the process to translate the operational users requirements occurs? How to encompass this operational requirements and needs with the overall requirement hierarchy stated in the ATDLP (5.19 Ed.8)? What is the overall process to accommodate these requirements on the CSI SW HMI?

KR: Operational User requirements are delivered to the CSI Section as part of the user procedure. Users generate Software Change Requests and these Software Change requests are then analysed by the CSI Section. The change requests are analysed for their appropriateness, impact on the system, risk and effort. The analysis results in a top level design being presented for each change request. The top level design identifies the impact on the various components of the CSI system. Bearing in mind that the CSI system is used by 27 nations, some rationalisation is required for the Software Change Request process. The rationalisation is applied by the CSI Board that acts as the Configuration Control Board (CCB). The CCB reviews the analysis from the CSI Section and determines whether : 1) The analysis is correct and will meet the requirements specified by the user. 2) The change request is appropriate for the CSI System. 3) The effort and risk analysis support continuing with the change request. Based upon the recommendation of the board, the requirements change may be supported or rejected. If the requirements change is supported, a recommendation is then made upon which baseline the requirements will be incorporated. This is important as the CSI design approach is that of an incremental design. Design changes are targeted to specific baselines and the complete functionality is incorporated as a gradual approach. Consistency is also required. Some components of the CSI (especially the HMI) are delivered together with different products (such as MASE). Therefore coordination is required to ensure that HMI changes can be delivered to support the data link changes being made with a particular baseline. To support this approach, HMI design changes are separated from the overall design change for each user request. These individual HMI Changes are then passed through a separate HMI board to agree all changes to be made to the HMI (together with HMI changes being required from the other products (such as MASE)). HMI changes are then targeted to a specific HMI baseline. The HMI changes and the CSI changes are then tested together to ensure that all requirements have been correctly incorporated and that the updated design has had no detrimental effect to the overall quality of the system. Although the testing is done on the combined product, the release of the product is still carried through the combined release of two separate products: 1) The CSI system. 2) The HMI for the CSI System.

P3: Still on the HMI development, what is the process to identify how to implement those functionalities (from a display to a tote or to a command)? + P4: Are there any quality norm or metric associated with this translation process? Does these norms incorporate any certification process?

KR: As documented above, the CSI and HMI are delivered as a complete system but with two separate components. The HMI has to support an IEC 61508 SIL1 claim and in order to achieve this a Software Safety Engineering Activity is performed throughout the development of the CSI / MASE baseline. The SIL-1 claim is supported by different engineering components: Software Development Strategy comprising of 6.2.1 Software Safety Requirements Goal 6.2.2 Software Design Goal 6.2.3 Software Safety Validation Goal 6.2.4 Software Modification Goal Software Verification Goal comprising of 6.3 Function Strategy 6.3.1 Functional Safety Assessment Goal 6.3.2 Unresolved Safety-Related Product Corrections 6.4 Proven-In-Use Strategy .An important component for the HMI design is the Proven-in Use. For the Proven in use, all nations are required to complete the monthly APTIS data, detailing any lost hours to their systems due to a system mal-performance. The proven-in use data is required to support the incremental development approach, the software safety assessment being based upon the fact that baseline X was considered safe and baseline X+1 contains only the documented changes and the documented changes have been designed / documented / tested correctly. For the HMI, a check-styles report is produced for every baseline to ensure that all software produced has been produced in a safe manner and that no unsafe coding constructs were used in the update of the software. The check-styles is also fed into the Software Safety Analysis to support the SIL-1 claim.



Guião e Respostas

DIVOPS	<p>FD: Relativamente às questões que me propões as respostas que te posso providenciar (para já) são de foro generalista porquanto o projecto KC390 está centralizado na MAF e não tem tido envolvimento significativa por parte do EMFA.</p>
EMPREGO OPERACIONAL KC390	<p>P1: Que tipologia de missões foram contempladas ser executadas pelo SA KC390? Qual o normativo de referência que foi utilizado nesta identificação? CB: A tipologia de missões ainda não foi definida oficialmente, porquanto o CONOPS ainda não foi elaborado. Contudo, decorrente das capacidades da aeronave, é possível inferir possíveis missões para serem executadas por este SA, designadamente: aerial assault, transporte logístico, combate incêndios rurais, AAR, MEDEVAC, SAR/CSAR... LS: Deve ser questionado à DIVOPS e/ou Grupo de trabalho constituído para o KC390. PM: Transporte Aéreo Geral (Estratégico e Tático); Operações Aerotransportadas; Operações Especiais; Evacuação Sanitária; Busca e Salvamento; Reabastecimento Aéreo (Air Refuelling – AAR); Combate a Incêndios (Fire Fighting – MAF). Não está ainda definido o CONOPS para o novo SA pelo que a documentação de referência é o Contrato de aquisição onde estão tipificados todos os requisitos assim como a tipologia de missões</p> <p>P2: Qual o emprego operacional contemplado para o SA KC390? Deverá ser considerada alguma diferença no seu emprego nacional versus o seu emprego na NATO? CB: Área operacional LS: Segundo sei, o KC390 terá atribuídas as seguintes missões: Transporte aéreo tático e estratégico, busca e salvamento (long Range), reabastecimento aéreo. Desconheço diferenças no emprego nacional vs na NATO ou outras organizações internacionais de que Portugal faz parte. PM: Ainda não está ainda definido o CONOPS para o novo SA, no entanto o KC390 trás uma panóplia de capacidades que servem para melhorar a interoperabilidade com outros meios, assim como disponibilizar para o C2 informação importante do decorrer da missão, assim como potenciar o situational awareness dos tripulante. Além disto trás também novas capacidades, por exemplo o AAR e os NVG que certamente poderão ser potenciados no âmbito internacional pelo que é expectável que existam áreas de emprego que serão mais aplicadas ao nível da NATO embora se pretenda que a doutrina de emprego seja única. HH: A capacidade de Link 16 num SA como o KC390 irá incrementar significativamente o produto operacional desenvolvido por esta plataforma, na medida em que permite disseminar a informação produzida para outras plataformas/entidades.</p> <p>A Força Aérea (FA) com a aquisição deste SA conseguirá executar a sua missão de uma forma mais cabal, nomeadamente as missões de transporte aéreo. O impacto deste SA será significativo se a FA conseguir explorar plenamente todas as capacidades da aeronave, nomeadamente a informação obtida pelos sensores que equipam a plataforma e disseminar esses dados para que o escalão superior possa em tempo real tomar melhores decisões e responder aos desafios.</p> <p>P3: Considera a execução de funções de Comando e Controlo pelo SA KC390? Em que medida? Para que tipologia de missões? De que modo é que a Capacidade Link 16 poderá contribuir para a execução destas funções? LS: Não antevio a execução de funções de Comando e Controlo pelo SA KC390. Desconheço que tenha essa capacidade. PM: O SA KC390 não é por si só uma plataforma C2, no entanto tem capacidades que permitem por exemplo em ambiente COMAO, ocupar uma posição mais resguardada e com a sua capacidade de comunicação, EW, monitorização e Link 16, possa tirar partido desta e informação onde um Additional Crew Member ACM poderá ser usado nesse sentido. Não está ainda definido o CONOPS pelo que neste momento o Contrato e seus anexos são a fonte de toda a informação sobre as capacidades.</p> <p>P4: De que forma está contemplada a utilização da capacidade Link 16 no SA KC390? Existe um Conceito de Operações associado? Que normativo permite identificar as tarefas e funções das plataformas que exploram a capacidade de Link16 na Força Aérea, designadamente aos SA F16 e P3? Existe um Conceito de Emprego ou Diretiva Operacional inerente à capacidade Link 16? De que forma contempla a utilização da capacidade Link 16 no SA KC390? Em que medida poderá a capacidade Link 16 incrementar o produto operacional de um SA como o KC390? Qual o impacto deste SA na execução da missão do CA/COA? CB: Não existe CONOPS. LS: Desconheço um normativo ou diretiva que regule a capacidade Link 16. Segundo sei estas capacidades foram desenvolvidas de forma autónoma e descoordenada pelos diversos Grupos de Trabalho dos diversos SA. Sendo um SA tático, considero que deve ter capacidade de Link 16, pois trata-se de uma capacidade fundamental para ter uma Situational Awareness do campo de batalha que de outra forma será difícil de manter. Este SA não tem impacto na execução da missão do COA. A missão do COA é garantir a execução segura das operações correntes (execução diária da ATO). PM: O Link 16 numa aeronave de transporte na FAP é uma inovação. Nesse sentido será necessário juntar a experiência do CA sobre LINK assim como do SA F16 no sentido de se perceber qual será a forma mais efetiva e eficiente de extrair os maiores resultados desta capacidade. Como utilizador, numa era tão volátil e dinâmica, o Link 16, vai trazer maior efetividade ao C2 e mais eficiência para a missão sem aumentar o work load dos tripulantes. Ainda não está definido o CONOPS para o SA KC390. HH: Da informação que tenho, a utilização da capacidade de Link 16 no SA KC390 está implicitamente contemplada no contrato assinado entre a FA e a Rockwell Collins, nomeadamente a tipologia de missões em que a plataforma pode ser empregue e quais as mensagens da série “J” que devem ser implementadas, de acordo com o STANAG5516 Ed.6. Não tenho conhecimento da existência de nenhum documento, CONOPS e/ou CONEMP, onde esteja refletido o Conceito de Operações/Emprego para a plataforma KC390, nomeadamente no que diz respeito à utilização da capacidade de Link 16.</p> <p>P5: Que requisitos operacionais para a capacidade L16 foram contemplados para o SA KC390? Qual a documentação de referência utilizada? Em que documentação é que podemos identificar estes requisitos? PM: Os requisitos genéricos estão definidos no contrato, a implementação será de acordo com o STANAG 5516 ED8 para uma plataforma do tipo: Host; Platform SA; Air Mobility; and Mission Commander;</p> <p>P6: Foi considerado algum requisito operacional com vista à identificação de um conjunto de mensagens da série J a implementar no SA KC390? E quanto ao HMI para a capacidade Link 16? PM: Ainda estão em discussão as mensagens e a sua implementação, de acordo com o tipo de plataforma e com o previsto no respetivo STANAG. O HMI ainda não está definido, no entanto pretende-se que siga em linha com o HMI da restante aeronave.</p> <p>P7: Foi identificada algum normativo ou processo de qualidade associado à tradução de requisitos operacionais em funcionalidades no Programa KC390, particularmente na implementação da capacidade Link 16? CB: Desconheço</p> <p>P8: Foi contemplado algum processo de verificação e/ou validação da implementação da capacidade Link 16 no SA KC390, designadamente quanto aos requisitos operacionais iniciais? CB: Desconheço</p> <p>P9: Em que fases do Ciclo de Vida deste SA é que considera poder ter impacto a implementação de um normativo/processo de qualidade? CB: Considero que tal normativo seja importante em processos de desenvolvimento de produto ou de capacidades, de forma a estabelecer ab initio o referencial do produto que se pretende obter.</p>



Guião e Respostas

HMI (SA F16M E P3P CUP+)

P1: Para cada dos elementos seguidamente indicados, solicita-se que seja analisado criticamente o modo como as funcionalidades associadas estão implementadas no HMI do SA que explora(ou), designadamente:

a) Controlo e monitorização do terminal. **LS:** não **DF:** O SA F-16 tem um sistema automático de monitorização do Terminal. Em caso de avaria apresenta ao utilizador um ou mais códigos informativos do estado do terminal. Após análise o utilizador aplica procedimentos para correção do problema (caso possível). O controlo do terminal é feito de duas maneiras - Multifunction Displays (MFD) e Up Front Controls (UFC). Sem limitações **PM:** Ainda não está definido o HMI do SA KC390, (Aplica-se a todas as respostas abaixo) no entanto o expectável é que seja tudo efetuado através de menus e sub menus selecionados com trackball e mouse. **LG:** A capacidade de controlo e monitorização do sistema TACVIEW é extremamente completa, possuindo diversos níveis de informação. Alguma dela desnecessária para um tripulante pois são relevantes ao nível do integrador ou verificação de operacionalidade/configuração muito mais profunda que o desejável. Um HMI mais simplista seria mais útil para a operação do sistema a bordo de aeronaves.

b) Controlo e monitorização da network. **LS:** apenas se está sync ou não **DF:** Feito através dos Multi-Function Displays e Up Front Controls. A informação é apresentada de diversas formas (simbologia e de forma descritiva). Sem limitações **LG:** Embora o HMI possibilite estas funcionalidades (desconheço o nível de detalhe), apenas estou familiarizado com os princípios básicos para a implementação e manutenção da operação do sistema na perspectiva do utilizador

c) Controlo e monitorização da picture (e.g. Expansão da visualização, filtragem de informação, etc.). **LS:** filtragem (segundo algoritmo não selecionado pelo piloto), expansão da visualização (zoom), informação adicional (expanded data) **DF:** O SA F16M tem capacidade para efetuar todas as funções referidas, através de ações nos Multi-Function Displays e Hands on Trottle and Stick (HOTAS). Sem limitações. **LG:** O HMI implementado é funcional, completo e versátil, possibilitando ao operador ter o nível de informação que deseja. A configuração de atalhos e teclas rápidas podem tornar a sua utilização muito fluida e eficiente.

d) Situational Awareness e gestão da navegação (e.g. moving map, overlay de informação). **LS:** overlay de informação com capacidade de visualização de ameaças e áreas designada **DF:** O SA F-16M não tem Moving Map. No entanto se tivesse seria possível fazer o overlay da informação de L-16. Em relação ao Situation Awareness, o sistema de L-16 está completamente integrado com os sistemas

de navegação e táticos do SA. Em relação à gestão da navegação, o SA F-16M pode receber updates a rota via L-16. Efetuado através de ações nos MFD's e HOTAS. Sem limitações do ponto de vista do HMI. **LG:** O HMI satisfaz todas as necessidades para a manutenção de elevados níveis de SA assim como uma boa monitorização da informação de navegação. A possibilidade de importação automática de alguns "overlays", como por exemplo a ACO possibilita um SA ainda mais robusto

e) Capacidade de gestão da missão e de atribuição de tarefas. **LS:** Sim. **DF:** Efetuado através do HOTAS e MFD. Reporte pós missão com limitações nas opções de resposta disponíveis apenas 4 mensagens disponíveis. **LG:** A capacidade implementada é muito robusta, completa e funcional. O operador consegue interagir com todos os elementos com um simples clicar de um botão do rato, o que torna todo o processo mais célere e eficaz na gestão do tempo/atenção disponível do operador

f) Operação de Comandos e Ordens (e.g. bearing line entre JU e alvo com indicação de tipologia de atividade e da capacidade da sua execução). **LS:** Não sei do que se trata **DF:** Capacidade para envio e receção efetuada através do HOTAS e MFD. Apenas um alvo de cada vez. **LG:** HMI muito completo, mas que infelizmente foi implementado sem se ter tido em consideração as capacidades do sistema implementado no CRC. Possui funcionalidades que excedem as capacidades do sistema nacional assim como funcionalidades da rede que não estão totalmente harmonizadas com este HMI.

g) Processamento da informação sobre alvos. **LS:** Sim **DF:** O SA F16M tem capacidade de processamento de informação sobre alvos, Sem limitações. **LG:** O HMI implementado possibilita um nível de processamento bastante completo com a vantagem de o operador poder decidir se pretende completar essa informação sobre os alvos ou não (caso a informação não esteja disponível na rede).

h) Processamento de imagem na network. **LS:** não **DF:** O SA F-16M não tem capacidade de processamento de imagem através de L-16. **LG:** A rede não aceita a utilização de imagens, mas o sistema que equipa a plataforma P-3C CUP+ tem a funcionalidade implementada (mensagem está no sistema).

i) Processamento de mensagens de texto livre (FTM). **LS:** Sim **DF:** O SA F16M tem capacidade de processamento FTM (receber e enviar). Efetuado através dos MFD e UFC. Tendo em conta o reduzido número de botões disponível no UFC, a escrita de uma FTM é demorada. **LG:** O HMI implementado não tem restrições na utilização/processamento deste tipo de mensagens. É uma limitação externa que limita o HMI (limite de caracteres implementado na rede/utilizadores)

j) Processamento e gestão da informação EW. **LS:** Sim **DF:** O SA F16M tem capacidade de processamento de informação EW. Efetuado através dos MFD e HOTAS. De momento a capacidade de envio de informação EW é limitada. **LG:** Embora o HMI possibilite este tipo de mensagens, o mesmo não está integrado no sistema de armas P-3C CUP+. As mensagens da rede, são apresentadas de forma correta e caso possuam informação necessária, o interface pode ser muito completo e de fácil utilização.

P2: Em que medida é que considera que o desenho do HMI, e ao acesso às suas funcionalidades, terá impacto na operacionalização da capacidade Link 16? **LS:** é fundamental que a capacidade de L16 seja explorada com recurso ao desenho de uma HMI de acordo com a missão que será desempenhada pelo SA. **DF:** Tendo em conta a complexidade do L-16 e do SA F-16, o desenho do HMI é fundamental para conseguir operar o sistema L16 de forma eficiente em cenários táticos. **PM:** O HMI terá de ser implementado de forma simplificada para não colidir com outras funcionalidades em voo. Deverão existir presets de configuração que permitam para cada tipo de missão ter as redes otimizadas para as necessidades mais frequentes. **LG:** Pode fazer toda a diferença, pois um HMI funcional, que possibilite um bom equilíbrio entre a atenção necessária do operador para a execução de algo e o tempo despendido nessa execução, são primordiais. O tripulante normalmente tem mais que uma atribuição para além da operação de sistemas de Link, logo é muito importante que a funcionalidade não sobrecarregue a atenção do tripulante nem que seja time consuming que impossibilite a execução das restantes tarefas.

P3: Como perspetiva a operacionalização da capacidade Link 16 no SA KC390? Considera que o HMI do Piloto e Copiloto deverá permitir ter acesso a todas as funcionalidades implementadas na plataforma? Como perspetiva que as funcionalidades associadas à execução do Comando e Controlo (C2) devam ser executadas (e.g. por via de um operador dedicado)? A componente C2 deverá requerer especificidades de HMI diferentes? **LS:** Não considero que o KC390 deve ter capacidades de C2 implementadas, a menos que seja um desiderato desempenhar esse tipo de missão. Se sim deve ser adaptado ao tipo de missões onde vai executar C2. **PM:** A Implementação da capacidade Link 16 vai nos próximos meses ser uma das prioridades do programa e é expectável que a curto prazo todas estas questões sejam respondidas com certeza. Neste não é possível dizer como será implementada ou qual será a melhor configuração para esta plataforma. **LG:** Dependerá do nível de ambição desejada para essa operacionalização. Se for para a operação do meio, um HMI mais simplista e de utilização mais automatizada (idêntica à que equipa o sistema de armas F-16) é o desejável para minimizar a sobrecarga de trabalho e consumo da atenção disponível dos pilotos. Se o objetivo da operacionalização passar por dotar a aeronave de alguma capacidade de C2, então será necessário uma HMI mais completa e eventualmente um operador dedicado. Antevejo que a operacionalização do sistema de Link 16 no SA KC390 deverá seguir o exemplo de outros SA com as mesmas funções/capacidades, em que os pilotos têm acesso a um HMI menos completo, mas muito mais funcional e menos Time Consuming.



Guião e Respostas

HMI (SA E3A e SDA) (continuação)

P1: Para cada dos elementos seguidamente indicados, solicita-se que seja analisado criticamente o modo como as funcionalidades associadas estão implementadas no HMI do SA que explora(ou), designadamente:

- a) Controlo e monitorização do terminal.** **HH:** Ao nível do display com TOTES de informação e janelas de alertas ao operador, pop-ups. Com OI (Operator Input) para permitir ações sobre o terminal da aeronave, como seja a reinicialização do mesmo. **HA:** Na plataforma na qual tenho experiência (E3A) tem a capacidade de monitorizar os estado do terminal (On/Off) e estado de sincronização. O controlo do terminal é efetuado em posição específica com consola específica para o efeito. A operação do terminal não está integrada do sistema de armas da plataforma. O terminal é configurado e monitorizado por um operador e o processo dos dados recebidos e transmitidos pelo terminal são enviados para o sistema de armas da plataforma, geridos pelo gestor de data links, e utilizados pelos restantes operadores na aeronave. **JM:** Face a tratar-se de uma plataforma já com alguns anos, o Link 16 foi um upgrade relativamente recente. Atendendo a isso e a estarmos a referir-nos a uma plataforma multi-crew, composta por especialistas de várias áreas, sejam elas técnicas ou operacionais, a implementação na plataforma teve isso em consideração ao alocar determinadas funções/funcionalidades a um técnico enquanto outras ficaram na responsabilidade de um operador, face a isso o controlo e a maior parte das funções de monitorização do terminal está ao cargo de técnicos, o CT e o ST, enquanto que o operador de Link 16 apenas tem a possibilidade de verificar se o terminal está disponível para operação. Salienta-se que a plataforma irá ser alvo de um upgrade no qual se inclui as suas capacidades TDL.
- b) Controlo e monitorização da network.** **HH:** Ao nível do display com TOTES de informação e alertas ao operador. Monitorização da informação básica da network em TOTES dedicados. **HA:** No que respeita a monitorização da network o gestor de data link tem acesso no sistema de armas da plataforma a monitorizar o estado da sua participação na rede de link 16, assim como monitorizar os demais participantes desta, número designando Link 16 das unidades, e tempo de atualização. O sistema tem também a capacidade de receber alertas quando novas unidades participantes integram ou ficam inativas na rede. **JM:** A semelhança das funções de controlo e monitorização do terminal o mesmo se passa com o controlo da network, ao nível de operador não é possível controlar a network, é responsabilidade do ST garantir que o terminal está disponível para operação e do CT garantir que a network e todos os parâmetros são colocados corretamente no sistema. No entanto, a nível de monitorização o operador tem diversas ferramentas que lhe permitem monitorizar a network, vulgarmente designados por “totes”, que lhe permite visualizar a quantidade de Time Slots por NPG, quantas estão a ser utilizadas em cada ciclo, percentagens de utilização e outras.
- c) Controlo e monitorização da picture (e.g. Expansão da visualização, filtragem de informação, etc.).** **HH:** Ao nível do display com janela de visualização da picture e comandos que permitam modificar a apresentação da mesma, apenas para o operador que fizer as ações de alteração/filtragem. **HA:** O dinamismo controlo e monitorização da picture e o comum nesta tipologia de plataformas, conta com a possibilidade de carregar várias camadas de informação, assim como mapas, informação geral como geografia (cidades, estradas, etc). No que respeita a capacidade de expansão de visualização esta tem a opção de utilizar expansões predeterminadas e podem ser também dinamicamente alteradas pelo operador. Relativamente ao tratamento da imagem operacional tem a capacidade de construção e operação de numerosos filtros globais e geográficos com diferentes geometrias. É possível também filtrar por categorias de identificação e ambiente. É possível também controlar a receção de informação de unidades específicas. **JM:** Neste aspeto o sistema embora não sendo perfeito, é extremamente evoluído, o conceito não passa por filtrar a informação propriamente dita mas sim por permitir ao operador selecionar o que quer ver, e aqui o sistema permite variadas opções, começando desde logo pelo tipo de mapa sob o qual o resto da informação vai ser apresentada (apenas não tem mapa 3D), que dados queremos visualizar, e aí as opções vão desde simples localizações de aeroportos a informações mais complexas e detalhadas como a referente a guerra eletrónica.
- d) Apresentação da picture (i.e., existência da implementação de um standard NATO e qual o impacto da sua implementação na operação).** **HH:** A picture tem de ter uma representação gráfica de acordo com os Standards protagonizados pela NATO. A representação gráfica da picture será particularmente fundamental para o sucesso da operação. Se não forem cumpridos os Standard da NATO o impacto na operação será negativo e a dificuldade será elevada para o operador.
- e) Situational Awareness e gestão da navegação (e.g. moving map, overlay de informação).** **HH:** É fundamental que o display da aeronave tenha capacidade para a todo o momento, em tempo real, manter a tripulação com um Situational Awareness (SA) elevado. Deverá ser garantida a capacidade OI para aumentar a eficácia do processo de visualização de toda a informação necessária a cada momento. **HA:** O display é dinâmico, como descrito anteriormente tem a possibilidade de fazer o carregamento de vários mapas tendo em conta a localização do teatro de operações. Podem abrir-se várias janelas em simultâneo podem por exemplo visualizar-se áreas fora da expansão do mapa principal, pode selecionar e desselecionar praticamente todos os elementos disponíveis para visualização. O mapa pode ser estático ou ancorado a determinado track. **JM:** Existem inúmeras possibilidades, todo o Layout da informação em display é possível ser personalizado, e algo muito importante, é o facto de poder ser personalizado muito antes a missão acontecer, isto permite não só ter disponível as “bases de dados” mais adequadas para essa missão, assim como poupar muito tempo aquando da inicialização do sistema no dia da missão. Importa referir também que isso não limita ou impede que a mesma possa ser alterada com a missão já decorrer, por exemplo, alterações de áreas de espaço aéreo que por norma são colocadas em sistema durante o planeamento da missão, mas que devido à dinâmica de muitas missões acabam por ser alteradas posteriormente já durante o voo. O mesmo se passa com todas as informações que se quer visualizar, não é por durante o mission planning não ter selecionado a visualização de tracks de superfície por não estar inicialmente previsto que a missão seria sobre o mar que depois não será possível selecionar.
- f) Capacidade de gestão da missão e de atribuição de tarefas.** **HH:** Deve permitir a visualização da informação e atribuição de tarefas básicas, com recurso a TOTES e ações OI. **HA:** Na área de gestão da missão e atribuição de tarefas existe a capacidade de efetuar a alocação de tracks a operadores específicos dentro da plataforma, com alertas associados aquando de alguma alteração com o mesmo. Todos os operadores conseguem interagir na receção, envio e edição de mensagens de texto (Free Text Messages). **JM:** Tal como referi anteriormente, tratando-se de uma tripulação multi-crew a gestão e atribuição de tarefas está por si definida na qualificação de cada um de nós e na função que cada um desempenha a bordo em cada missão (naturalmente vertidas em manuais específicos da Componente). Em termos de sistema existe naturalmente redundância em diversos equipamentos e funções assim como a possibilidade de alocar muito facilmente funções que não se teriam por definição; por exemplo, por norma o operador de Link não está habilitado a controlar o modo de operação do radar, no entanto e em caso de necessidade, apenas demoraria alguns segundos a alterar as permissões para passar a estar habilitado pelo sistema a fazê-lo.
- g) Operação de Comandos e Ordens (e.g. bearing line entre JU e alvo com indicação de tipologia de atividade e da capacidade da sua execução).** **HH:** Considero essencial a capacidade para efetuar bearing lines entre elementos da picture (JUs, reference points, targets, airfields, etc) que possam fornecer informação de rumos, distâncias, tempos, etc. Esta ação pode ser efetuada com recurso a um comando, shortcut key, e um mousepad para selecionar os elementos. No entanto, não sei até que ponto este SA tem necessidade de dar ordens e comandos a outros SA dentro de uma network, não se tratando de uma unidade C2. A acontecer deve ser bem definido num CONOPS. **HA:** Na área de gestão da missão e atribuição de tarefas existe a capacidade de efetuar a alocação de tracks a operadores específicos dentro da plataforma, com alertas associados aquando de alguma alteração com o mesmo. Todos os operadores conseguem interagir na receção, envio e edição de mensagens de texto (Free Text Messages). **HA:** Bearing line entre tracks ou posições determinadas pelo operador e outros alvos ou qualquer outras posições, com indicação de radial e distância e no caso desta estar associada a um alvo com velocidade e uma posição, também é colocada em display uma estimativa temporal do alvo a essa posição, (ETA, estimated time of arrival). **JM:** Sendo esta uma plataforma de Comando e Controlo e Comunicações, tem ao seu dispor todas as ferramentas para a melhor execução da missão em todos os tipos de ambientes incluindo em cenários de guerra eletrónica, como tal tem a capacidade de efetuar controlo de forma completamente digital através de Link 16, requerer o controlo de plataformas de armas, enviar comandos, acompanhar a execução e receber os resultados. Para tal dispõe de vários “totes” e “pairing lines” que lhe permitem visualizar em real time, qual a melhor plataforma de armas a quem atribuir essa missão e posteriormente acompanhar a execução da mesma. Mesmo em termos de simbologia da informação apresentada por exemplo: a simbologia de uma aeronave de AAR é diferente de uma aeronave de Carga, assim como de um Caça, apesar de todas elas terem a mesma identificação primária de “friend”.
- h) Processamento da informação sobre alvos.** **HH:** Ao nível da visualização para SA da tripulação. **HA:** Pode visualizar-se informação detalhada sobre alvos em legenda (editável pelo operador) onde é possível colocar em display componente de TDL dos alvos, e todos os alvos tem o tóte associado onde é possível visualizar toda a informação detalhada como atividade de Link 16, identificação de Link 16. No caso de unidades participantes na rede de Link 16 podemos visualizar estado e tipo de plataforma, atividade e identificação. **JM:** Neste aspeto, a implementação efetuada na plataforma está muito associada à sua capacidade ESM. Quer isto dizer, que quando se deteta um determinado alvo o operador utiliza diversas ferramentas que o sistema de missão tem disponíveis para colocar não só informação sobre o alvo disponível para todos os operadores como “outros dados relevantes” como um “rings” dentro do qual essa “threat” é eficaz. Isto é válido para SAM, para mísseis de Caças e outros. Neste aspecto, e particularmente quando se trabalha em rede com outro tipo de plataformas (C2 ou NaoC2) o nível de implementação assume um papel preponderante, incluindo implementações de diferentes versões de STANAGs.



Guião e Respostas

HMI (SA E3A e SDA)

i) Processamento de imagem na network. HH: A ser implementada esta capacidade, as imagens devem ser visíveis para todos os elementos da plataforma e a existir a capacidade de envio a mesma deve estar disponível para qualquer elemento o poder fazer. **HA:** O HMI da plataforma em questão não tem a capacidade de processamento de imagens de Link 16. **JM:** A atual versão de software e hardware de Link 16 da plataforma não permite o processamento de imagens nem de vídeo. Volto a referir que a plataforma irá ser algo de um upgrade e será previsível que face ao mesmo estas funcionalidades passem a estar disponíveis.

j) Processamento de mensagens de texto livre (FTM). HH: Capacidade de visualização FTM (TOTES) e capacidade para editar e enviar FTM por qualquer elemento com acesso à informação dentro da aeronave. Se possível, receber na janela principal a indicação de RX de uma nova FTM. **HA:** As mensagens de textos são editáveis transmitidas e recebidas em janela específica no mesmo HMI e as ações relativas as estas podem ser efetuadas por todos os operadores independentemente da sua função. **JM:** Não existe nenhuma limitação ao nível da plataforma, desde que a network de link 16 permita, podemos enviar e receber várias páginas de texto. Uma funcionalidade extremamente útil é a capacidade de ter já gravado diversas mensagens “formatadas” que permitem posterior edição para envio, por exemplo um Data Link Report ou um 15 liner.

k) Processamento e gestão da informação EW. HH: A ser implementada esta capacidade o operador deve ter acesso à informação básica e garantir que a mesma é TX dentro dos parâmetros que forem definidos. **HA:** Faz o processamento da informação remota e local com origem nos sensores da aeronave e associa a mesma aos contactos de Link 16 e faz a sua partilha na rede de link 16. O sistema faz o processamento de todas as mensagens de EW disponíveis no catálogo de mensagens de Link 16. **JM:** Sendo esta uma plataforma cuja operação está muito assente na sua capacidade EW, as possibilidades são inúmeras. Inúmeras “livrarias” de emitters e plataformas que podem ser facilmente adaptadas não só às áreas geográficas da missão como aos updates de INTEL para essas áreas. Correlação entre emitter e plataforma efectuada de forma muito rápida e eficaz assim como a “eventual” partilha da informação em rede até porque é o próprio sistema de missão da plataforma que cria processos automáticos para que essa informação esteja logo disponível para todos e com a mínima interação do operador.

P2: Em que medida é que considera que o desenho do HMI, e ao acesso às suas funcionalidades, terá impacto na operacionalização da capacidade Link 16? HH: O meu entendimento é que o desenho do HMI, nomeadamente o acesso às funcionalidades inerentes à capacidade de Link 16, deve ser rigorosamente cumprido e acautelado por forma a garantir que a operacionalidade da plataforma é explorada em toda a sua plenitude. **HA:** O HMI é de extrema importância na operacionalização da capacidade de Link 16 pois será através deste, das suas funcionalidades, e facilidade de operação que irá permitir a exploração na sua plenitude das capacidades fornecidas pelo Link 16. **JM:** Naturalmente é fundamental que o mesmo seja adequado, não se trata só de simplificar o acesso à informação, é também assegurar que os sistemas funcionam de forma integrada e que o operador tenha o menor número de inputs possível, quase como se estivesse só a validar o que o sistema lhe fornece. Quero com isto dizer que quando um radar detecta um alvo, não faz sentido ser o operador a criar uma simbologia nessa posição deverá o ser o sistema a fazê-lo, da mesma forma que não basta determinada funcionalidade estar disponível, a mesma tem de ser de fácil acesso e estar num “Tote” num “Label” ou até numa simbologia que faça sentido. Por exemplo, não faz sentido que o status de uma plataforma esteja num “tote” à parte das informações básicas da plataforma; ou que para se identificar um determinado “Track” seja necessário inúmeros passos; ou que se adquira um terminal de Link 16 com capacidade de voz e depois essa capacidade não esteja disponível para todos os operadores de forma integrada com todos os outros rádios. Por vezes não se implementam determinadas funcionalidades que posteriormente se verifica que seriam importantes para o cumprimento da missão. Pela minha experiência pessoal, de quem já trabalhou com vários sistemas e já esteve envolvido em alguns projetos e testes de aceitação de sistemas/plataformas, acho fundamental uma estreita ligação entre os operadores e quem desenvolve o sistema numa forma construtiva e ao longo de todo o desenvolvimento e testes do mesmo.

P3: Como perspetiva a operacionalização da capacidade Link 16 no SA KC390? Considera que o HMI do Piloto e Copiloto deverá permitir ter acesso a todas as funcionalidades implementadas na plataforma? Como perspetiva que as funcionalidades associadas à execução do Comando e Controlo (C2) devam ser executadas (e.g. por via de um operador dedicado)? A componente C2 deverá requerer especificidades de HMI diferentes? HH: Segundo a informação que disponho não é considerada a utilização do SA KC390 como plataforma C2. No que diz respeito ao HMI do Piloto e do Copiloto o meu entendimento é que este deve permitir o acesso apenas a informação básica. Deverá existir um operador específico com um HMI dedicado que lhe permita ter acesso a todas as funcionalidades de Link 16 que venham a ser implementadas na plataforma e com a capacidade de Operator Input (OI) para TX de informação pertinente para a missão, como seja a amplificação de informação de determinado Land/Reference point, etc. **HA:** No caso da capacidade de Link 16 na plataforma no SA do KC390, será como utilizador secundário na rede de Link 16 onde poderá tirar grande benefício a nível de situational awareness, conseguindo ter acesso a todo o panorama aéreo, superfície, subsuperfície, espacial e ambiente EW, desde que esta informação esteja disponível na rede, sendo esta tratada de forma segura e resistente a ambiente EW. Uma capacidade que deverá também se o terminal de Link 16 tiver essa capacidade será a ECM resistant voice, a capacidade de voz através de Link 16 sendo, portanto segura e resistente. Se for o objetivo utilizar a plataforma para C2 estas funcionalidades deverão ser efetuadas por um operador ou operadores dedicados, visto esta função contar com várias especificidades para além da gestão e operação de Link 16 na plataforma, no entanto o HMI poderá sem dúvida ser o mesmo, tendo separação funcional com ter acesso limitado, apenas de visualização no que respeita à operação na rede de Link e interação com o terminal de Link 16. Quando a missão é de reabastecimento aéreo, basta um operador de Link para operar o terminal e tratar a o panorama recebido. No cockpit, piloto e copiloto deverão ter acesso à imagem de link 16 para situational awareness, e capacidade de FTM. **JM:** Relativamente à primeira questão, acho difícil o piloto e co-piloto conseguirem interagir com o sistema de Link 16 ao mesmo tempo que pilotam a aeronave, para eles creio que o mais importante será terem disponível a capacidade de visualização para terem a maior “Situation Awareness” durante todo o tipo de tipologias de missões. Relativamente à segunda questão acho que a resposta depende do tipo de ambição que se pretende para a plataforma, mas sem dúvida que executar comando e controlo requer um operador, ou mais, dedicados. E face a isso entro na resposta à questão seguinte, a capacidade de comando e controlo por si só requer a utilização de muitas mais funcionalidades e como tal o HMI terá de ser adaptado para a consecução das mesmas.

Legenda:

AC: TCOR Américo Chaves; CB: TCOR Carlos Batalha; DF: MAJ Duarte Freitas; HH: CAP Hugo Henriques; HA: SAJ Hugo Amante; JM: SAJ João Marques; KR: Kevin Richardson; LG: CAP Laurindo Garcia; LS: TCOR Luis Silva; MF: TCOR Miguel Figueiredo; PES: GEN Pedro E. Salvada; PM: TCOR Paulo Marins; PS: COR Paulo Santos.



Apêndice D — Modelo de Análise

Objetivo Geral	Definir uma matriz para a conversão dos requisitos da capacidade L16 do SA KC390 em funcionalidades a implementar no seu HMI, identificando a norma a seguir.					
Objetivos Específicos	Pergunta Partida	De que modo é possível assegurar a conversão dos requisitos em funcionalidades de L16 no HMI do SA KC390, de acordo com um normativo?				
	Perguntas Derivadas	Conceitos	Dimensões	Indicadores	Técnicas de recolha dados	
OE1 Determinar as funcionalidades mínimas de L16 a implementar para o KC390 a fim de garantir a sua interoperabilidade no cumprimento das suas missões operacionais.	PD1 Quais as funcionalidades de L16 a implementar no SA KC390?	Funcionalidades L16	NATO C2 & Non C2	Network Management	Análise documental e entrevistas semiestruturadas	
				PPLI		
				Surveillance		
				Information Management		
				Weapons coordination and management		
				Control		
				Platform and System Status		
				Eletronic Warfare		
				Threat Warning		
				Imagery		
				Free Text Messages		
		Interoperabilidade	NATO	Missões dos SA		
			Nacional			
OE2 Identificar qual a tipologia de processamento da informação de modo a definir os requisitos a implementar no HMI da capacidade L16	PD2 Qual a tipologia de processamento de informação a implementar no HMI do SA KC390?	Processamento da Informação	Visualização (Display & Totes)	Network Management		
				PPLI		
				Surveillance		
				Information Management		
				Weapons coordination and management		
				Control		
			Controlo (Commands)	Platform and System Status		
				Eletronic Warfare		
				Threat Warning		
				Imagery		
		HMI	Funcionalidades	Free Text Messages		



Objetivo Geral	Definir uma matriz para a conversão dos requisitos da capacidade L16 do KC390 em funcionalidades a implementar no seu HMI, identificando a norma a seguir.				
Objetivos Específicos	Questão Central	De que modo é possível assegurar a conversão dos requisitos em funcionalidades de L16 para o HMI do KC390, de acordo com um normativo?			
	Questões Derivadas	Conceitos	Dimensões	Indicadores	Técnicas de recolha dados
OE3 Identificar o modelo de qualidade que permita assegurar que os requisitos são acomodados no âmbito da implementação do HMI da capacidade L16.	PD3 Qual o modelo de qualidade a seguir na implementação das funcionalidades no HMI do SA KC390?	Modelo de Qualidade	Normativo	Nacional	Análise documental e entrevistas estruturadas
				NATO	
				UE	